

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Carlos Fernando Seclen Taboada

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2024

**Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de
concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo**

PRESENTADA POR

Carlos Fernando Seclen Taboada

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza
PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones
SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito
VOCAL

Dedicatoria

Querida familia y seres queridos,

Hoy, al concluir esta etapa crucial de mi vida académica, quiero dedicar este trabajo:
A DIOS, mis padres, Alberto y Julia, les dedico este trabajo con gratitud infinita; su amor, sacrificio y constante apoyo han sido mi guía. A mis hermanos, Alberto y Jesús, gracias por ser mis cómplices y apoyo constante.

Yahaira, mi musa y refugio, este logro es tuyo; tu amor impulsa lo mejor de mí. A quienes siempre creyeron en mí, profesores y amigos, gracias por ser testigos de mi crecimiento. A los seres queridos en el cielo, presente su influencia.

Esta tesis representa el esfuerzo individual y el respaldo de una comunidad que valora el conocimiento. Celebro con alegría y gratitud este logro colectivo. Este tributo es a cada uno de ustedes, por su amor incondicional y la conexión compartida.

Con cariño, Carlos Seclen Taboada

Agradecimientos

Quiero agradecer primero a Dios, mi familia, a la vida y a las circunstancias, que me han puesto en este espacio y tiempo y haber hecho posible la culminación del presente trabajo de investigación, a los docentes y técnicos de laboratorio de la carrera profesional de ingeniería civil ambiental por compartir sus conocimientos, a la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, por el esfuerzo que hacen para tener profesionales competentes en la sociedad, a mi asesor, por acompañarnos en el proceso de investigación, a mis compañeros de la carrera profesional de ingeniería civil por la unión y la identificación para con la carrera, a mis amigos con los cuales he crecido y aprendido.

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Ajou University Graduate School

Student Paper

4%

2

hdl.handle.net

Internet Source

2%

3

tesis.usat.edu.pe

Internet Source

1%

4

Submitted to Universidad Católica Santo
Toribio de Mogrovejo

Student Paper

1%

5

construyemejor.com

Internet Source

1%

6

repositorio.uandina.edu.pe

Internet Source

1%

7

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Student Paper

1%

8

repositorio.uss.edu.pe

Internet Source

<1%

9

repositorio.ucv.edu.pe

Internet Source

<1%

Índice

Resumen	11
Abstract	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.2. BASE TEÓRICA	31
2.2.1. EL CONCRETO	31
2.2.2. FIBRAS EN EL CONCRETO	32
2.2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS	34
2.2.2.2. FORMACION DE VIRUTAS	34
2.2.2.3. TIPOS DE VIRUTAS	36
2.2.3. VIRUTA DE ACERO	38
2.2.3.1. TIPOS DE ACERO	39
2.2.3.2. ESTADO DE LAS VIRUTAS DE ACERO	40
2.2.3.3. PROPIEDADES DE LAS VIRUTAS DE ACERO	40
2.2.3.4. VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	41
2.2.3.5. CARACTERISTICAS DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	42
2.2.3.6. OBTENCION DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	43
2.2.3.7. PROPIEDADES DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	44
2.2.4. ALBAÑILERIA	45
2.2.4.1. UNIDAD DE ALBAÑILERIA	45
2.2.4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	45

2.2.4.1.2.	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA HUECA	46
2.2.4.1.3.	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SOLIDA O MACIZA.....	46
2.2.4.2.	UNIDADES DE CONCRETO	46
2.2.4.2.1.	TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO	47
2.2.4.2.2.	COMPONENTES DEL BLOQUE DE CONCRETO	47
2.2.4.3.	PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	50
2.2.4.3.1.	PROPIEDADES FÍSICAS.....	50
2.2.4.3.2.	PROPIEDADES MECÁNICAS	51
2.2.5.	FABRICACION DE UNIDADES DE CONCRETO.....	53
2.2.6.	ENSAYOS DE LABORATORIO	58
2.2.6.1.	ENSAYO DE LOS MATERIALES	58
2.2.6.1.1.	GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS	58
2.2.6.1.2.	CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS	59
2.2.6.1.3.	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO	59
2.2.6.1.4.	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO	60
2.2.6.1.5.	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.....	60
2.2.6.2.	ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA.....	60
2.2.6.2.1.	MUESTRO	61
2.2.6.2.2.	VARIACIÓN DIMENSIONAL	61
2.2.6.2.3.	ALABEO	62
2.2.6.2.4.	ABSORCIÓN	63
2.2.6.2.5.	SUCCIÓN	64
2.2.6.2.6.	RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN	64
2.2.6.2.7.	COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE LOS BLOQUES ($f'm$)	66
2.2.6.2.8.	RESISTENCIA AL CORTE EN LOS MURETES (V_m)	67
2.2.7.	CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO	69
2.2.8.	DISEÑO DE MEZCLA PARA LOS BLOQUES DE CONCRETO.....	70

III. MATERIALES Y MÉTODOS	72
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.2. DISEÑO METODOLÓGICO	72
3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO	72
3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA.....	73
3.2.3. HIPÓTESIS	74
3.2.4. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	74
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	74
3.3.1. POBLACIÓN	74
3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	74
3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN	74
3.3.2. MUESTRA:.....	74
3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	74
3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	75
3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO	75
3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA	75
3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	76
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:.....	78
3.6. TÉCNICAS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS.....	79
3.6.1. TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	79
3.6.2. FUENTES	79
3.6.3. PROGRAMAS PARA EL PROCESO DE DATOS	79
3.7. INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS	80
3.7.1. INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	80
3.7.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE LABORATORIO	81
3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	81
3.8.1. ENSAYO A LOS COMPONENTES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	82

3.8.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS	82
3.8.1.2. ENSAYO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	84
3.8.1.3. ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS.....	85
3.8.1.4. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS.....	88
3.8.2. PROCESO DE FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	90
3.8.2.1. DISEÑO DE MEZCLA.....	91
3.8.2.2. ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA	92
3.8.3. ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	97
3.8.3.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL	97
3.8.3.2. ENSAYO DE ALABEO.	100
3.8.3.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN	103
3.8.3.4. ENSAYO DE SUCCIÓN.....	106
3.8.3.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	109
3.8.3.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS	116
3.8.3.7. ENSAYO DE RESISTENCIA A CORTE EN LOS MURETRES	120
3.9 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	123
3.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA	124
3.11 COLABORADORES.....	125
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	126
4.1. DESCRIPCION DE LAS VIRUTAS DE ACERO.....	126
4.2. FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	127
4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO	128
4.3.1. ENSAYO A LOS COMPONENTES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ...	128
4.3.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS	128
4.3.1.2. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	130
4.3.1.3. ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS	131
4.3.1.4. ENSAYO DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS.....	132

4.3.1.5. ENSAYO DE PESO UNITARIO	132
4.4. DISEÑO DE MEZCLA	135
4.5. ENSAYO A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	136
4.5.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL	136
4.5.2. ENSAYO DE ALABEO	139
4.5.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN	140
4.5.4. ENSAYO DE SUCCIÓN.....	141
4.5.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	142
4.5.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS	144
4.5.7. ENSAYO DE RESISTENCIA DE MURETES.....	146
4.6 COMPARACIÓN ECONOMICA.....	147
4.7 DISCUSIONES.....	149
V. CONCLUSIONES	155
VI. RECOMENDACIONES.....	158
VII. REFERENCIAS.....	160
VIII. ANEXOS	163

Resumen

La tesis titulada "Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo" aborda la investigación sobre el impacto positivo de la inclusión de virutas de acero reciclado en bloques de concreto. La ciudad de Chiclayo sirve como escenario para este estudio, que busca mejorar las propiedades mecánicas de los bloques mediante la implementación de materiales reciclados. La investigación se centra en evaluar cómo esta adición afecta la resistencia y otras propiedades clave del concreto. A través de este estudio, se espera contribuir al desarrollo sostenible al promover el uso de materiales reciclados en la construcción, al tiempo que se busca optimizar la eficiencia y la durabilidad de los bloques de concreto en la región de Chiclayo.

Palabras clave:

Virutas de acero, fibra, bloque de concreto

Abstract

The thesis titled "Influence of the addition of recycled steel chips in concrete blocks to improve mechanical properties, Chiclayo" addresses research on the positive impact of the inclusion of recycled steel chips in concrete blocks. The city of Chiclayo serves as the setting for this study, which seeks to improve the mechanical properties of the blocks through the implementation of recycled materials. The research focuses on evaluating how this addition affects the strength and other key properties of concrete. Through this study, it is expected to contribute to sustainable development by promoting the use of recycled materials in construction, while seeking to optimize the efficiency and durability of concrete blocks in the Chiclayo region.

Keywords:

Steel shavings, fiber, concrete block

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El rubro de edificaciones, nos enfrentamos a un desafío significativo al crear viviendas que sean sólidas y perduren a lo largo del tiempo. En diversas ciudades del mundo, el empleo de materiales de construcción reciclados se ha vuelto cada vez más popular debido a su sostenibilidad y a su capacidad para minimizar la cantidad de desechos producidos.

El bloque de concreto tiene una gran demanda en la construcción en todo el mundo debido a su versatilidad, resistencia y facilidad de uso. Sin embargo, existen algunas problemáticas asociadas con su uso, que pueden variar en diferentes contextos geográficos y en función de las prácticas constructivas locales.

A nivel mundial, uno de los problemas comunes asociados con el bloque de concreto es la falta de calidad y uniformidad en su fabricación. Esto puede resultar en bloques débiles o defectuosos que comprometen la integridad de las estructuras construidas con ellos. Además, la ausencia de control de calidad puede llevar a cabo a la presencia de bloques huecos, grietas, porosidad excesiva y baja resistencia a la compresión.

Según [1] afirma que en las grandes ciudades del mundo en zonas rurales como el estado de Chiapas y otras regiones de México. Es posible apreciar una variedad de viviendas construidas utilizando materiales naturales como madera, carrizo, palma, piedra y tierra, así como materiales industriales económicos como cartón y materiales reciclados como plásticos y láminas metálicas.

Estas comunidades de la zona rural cuya situación económica de pobreza y extrema pobreza residen en viviendas que, en su mayoría, presentan condiciones precarias.

Los muros y techos son de baja calidad, los pisos están compuestos de tierra y no cuentan con espacios adecuados, tienen escaso acceso al agua y no cuentan con desagüe. Estas condiciones generan hacinamiento e insalubridad que impiden que las familias logren su desarrollo social y económico.

En el Perú, la construcción de edificaciones es esencial contar con materiales resistentes que puedan soportar cargas elevadas. Uno de los desafíos en la construcción es la relación con los

bloques de concreto es la informalidad en la fabricación y el uso de materiales de deficiente calidad. Muchas veces, los bloques se producen sin seguir las normas técnicas adecuadas, la baja resistencia térmica de estos bloques puede provocar ambientes poco confortables en las ciudades existentes con climas extremos en la región Andina del Perú, lo que puede resultar en estructuras débiles y propicias a daños en caso de sismo u otros eventos sísmicos.

El acceso a la vivienda es un problema grave en Perú, donde son elevados los costos de construcción y siguen en aumento. Esto afecta especialmente a los sectores de menores recursos (D y E), que no pueden acceder a las viviendas que se ofrecen en el mercado. A diferencia de sectores de ingresos elevados (A y B) que cuentan con una oferta excesiva de viviendas. Ante esta situación, la autoconstrucción se presenta como la alternativa más factible y práctica para los sectores más pobres, que buscan la oportunidad de mejorar su actual calidad de vida.

En la ciudad de Chiclayo, ubicada en la región norte de Perú, las edificaciones construidas con bloques de concreto son muy comunes. Estos bloques se emplean principalmente en la construcción de viviendas, edificios comerciales y estructuras de menor escala. La ventaja de los bloques de concreto es su facilidad de ensamblaje y su capacidad para soportar cargas verticales, lo que los hace adecuados para la construcción de muros y paredes.

Sin embargo, es importante destacar que los bloques de concreto no están exentos de problemas en la construcción en la zona de Chiclayo. Algunos de los desafíos asociados incluyen la falta de calidad en los bloques producidos, el deficiente o nulo control de calidad en la construcción, y además de un deficiente diseño estructural y el incumplimiento de las normas sísmicas y de construcción.

Estos problemas pueden dar lugar a estructuras vulnerables y propensas a daños en caso de eventos sísmicos, lo que representa una amenaza considerable para la seguridad de las personas en dichas edificaciones.

Algunos de los problemas más comunes son los siguientes:

Resistencia y calidad inconsistente: En ocasiones, pueden presentar una resistencia inferior de lo esperado debido a la ausencia de control de calidad en su fabricación. Esto puede resultar en estructuras más débiles y menos seguras.

Mala unión entre bloques: La falta de una adecuada unión entre los bloques de concreto puede generar grietas y fisuras en las estructuras. Esto puede deberse a problemas en la colocación y nivelación de los bloques, así como a la ausencia de refuerzos adecuados.

Falta de aislamiento térmico-acústico: El bloque de concreto por sí solos no ofrecen un buen aislamiento térmico y acústico, lo que puede resultar en un elevado consumo de energía para climatizar los espacios y en una menor comodidad para los ocupantes de las edificaciones.

Efecto de eflorescencia: La eflorescencia es un fenómeno en el que aparecen manchas en la superficie del concreto de color blanco o gris, debido a la migración de sales solubles. Esto puede ocurrir cuando hay una alta concentración de sales en los materiales utilizados o cuando hay una entrada de agua excesiva en los bloques. La eflorescencia puede afectar la apariencia estética de los bloques.

Fisuración: Las fisuras pueden desarrollarse en el bloque de concreto endurecido debido a la retracción del concreto durante el proceso de secado. Estas fisuras pueden ser pequeñas y superficiales o más grandes y profundas, dependiendo de varios factores, como la calidad del concreto, el curado adecuado y las condiciones ambientales. Las fisuras pueden dañar la apariencia y la estructura estructural de los bloques.

Desgaste superficial: Con el tiempo, los bloques de concreto pueden experimentar desgaste superficial debido a la exposición a elementos ambientales como la lluvia, el viento, la radiación ultravioleta y la contaminación. Esto puede resultar en la pérdida de la capa superficial del concreto, su apariencia y resistencia.

Erosión: Si los bloques de concreto están expuestos a un ambiente agresivo, como la acción del agua corriente o la presencia de productos químicos corrosivos, pueden experimentar erosión. La erosión desgasta gradualmente el concreto, debilitando su estructura y reduciendo su vida útil. Los bloques de concreto son una opción popular, pero su precio elevado y su baja resistencia son inconvenientes que afectan a muchas construcciones.

En el contexto peruano, estos problemas pueden ser especialmente relevantes debido a la deficiente regulación y supervisión adecuada en la industria de la construcción. Además,

en la ciudad de Chiclayo, al igual que en muchas otras áreas urbanas, el bloque de concreto se utiliza en diversas estructuras, como viviendas, edificios comerciales e industriales.

Con el fin de prevenir futuros inconvenientes es importante recordar que todos los materiales tienen particularidades que deben ser consideradas durante el diseño y elaboración de los bloques de concreto, como la resistencia a la compresión y al impacto son cruciales para evitar fisuras y grietas en la estructura, las estructuras específicas en las que se utilizan los bloques de concreto en Chiclayo, estos pueden incluir:

Viviendas unifamiliares: En la construcción de viviendas individuales es muy común el uso de bloques de concreto debido a su costo relativamente bajo y facilidad de instalación.

Edificios de apartamentos: En la construcción de edificios residenciales de pisos varios, los bloques de concreto se utilizan a menudo en las paredes exteriores e interiores.

Edificaciones comerciales: También se emplean en la construcción de locales comerciales, como tiendas, oficinas y centros comerciales.

Por lo tanto, es esencial que se promueva el uso de buenas prácticas constructivas, el acatamiento de las normas técnicas y el estándar de calidad adecuada, la fabricación y uso de bloques de concreto en Chiclayo y en cualquier otra región.

Una opción para fortalecer los bloques de concreto es utilizar virutas de acero reciclado, lo que mejora sus características mecánicas.

El [2] indica que el material más empleado para la autoconstrucción es el ladrillo cerámico, pues su acceso es fácil en algunos casos y los constructores saben cómo usarlo para levantar muros portantes. No obstante, en otros casos puede ser desfavorable, sobre todo cuando la obra se ubica en zonas distantes de donde se producen los materiales, el traslado de estos aumenta los costos de construcción.

Por esta razón, se requiere un mejor sistema de transporte apropiados para prevenir un incremento considerable en el costo de la obra, lo cual es una inquietud en cualquier proyecto de construcción.

En este sentido [3] dice que el uso de materiales reciclados, como las virutas de acero, puede ser una opción viable para incrementar las características mecánicas y disminuir su impacto ambiental. En nuestro país, Las virutas de acero aún no se utilizan en edificaciones, pero podrían ser una posible solución a la creciente demanda y exigencia en la construcción.

En [4] manifiesta que, es frecuente que los bloques de concreto no presentan la resistencia idónea para soportar mayores cargas a las previstas, esto puede deberse a diversos factores, como el deficiente control en la calidad de la fabricación de los bloques, errores en el diseño estructural o el uso de bloques de baja calidad, por lo cual requiere mejorar su capacidad de resistencia con el objetivo de incrementar su aptitud para soportar cargas más elevadas.

En Chiclayo, una ciudad del norte del país, uno de los problemas más frecuentes es el escaso uso de bloques de concreto debido a su costo, que es mayor que el del ladrillo convencional de arcilla, por lo que este último es más empleado. El bloque de concreto es una opción más económica que la mampostería de ladrillos en términos de material de construcción. Sin embargo, al evaluar el costo total de una construcción, es crucial considerar otros factores, como mano de obra, herramientas y equipos necesarios para aplicar los bloques de concreto. El costo total de construir con bloques de concreto puede ser más económico en comparación con otros materiales cuando se considera la inclusión de mano de obra, herramientas y equipos. Aquí está la explicación:

Eficiencia de instalación: Los bloques de hormigón son elementos prefabricados y modulares que se pueden apilar fácilmente para construir paredes. Esto permite una instalación más rápida y eficiente en comparación con otros materiales de construcción. La mano de obra utilizada para el uso del bloque de concreto puede ser menor debido a la simplicidad y rapidez del proceso, lo que se traduce en menores costos laborales.

Herramientas y equipos: En general, las herramientas y equipos necesarios para la aplicación de bloques de concreto son menos costosos y más fácilmente accesibles en comparación con las herramientas especializadas requeridas para otros materiales de construcción. Las herramientas básicas, como niveles, palanas y cinceles, son comunes y asequibles. Esto reduce los costos adicionales asociados con la adquisición de herramientas y equipos específicos.

Menos habilidades especializadas: La aplicación de bloques de concreto no requiere habilidades altamente especializadas en comparación con otros métodos de construcción. Esto significa que la mano de obra necesaria puede ser más fácilmente capacitada y disponible a un costo menor en comparación con otros oficios especializados, como la albañilería tradicional. Esto también se traduce en ahorros en costos laborales.

Es importante tener en cuenta que la rentabilidad de utilizar bloques de concreto en comparación con otros materiales puede variar dependiendo del contexto y el costo local de mano de obra, herramientas y equipos. Sin embargo, debido a la eficiencia de instalación, la disponibilidad de herramientas y equipos comunes y la menor necesidad de habilidades especializadas, el costo total de construcción utilizando bloques de concreto tiende a ser más económico en comparación con otros materiales.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro de ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MUROS SEGÚN CAPECO

Fig. 01: Análisis de costos unitarios de muro de Soga con ladrillo artesanal y ladrillo de concreto según CAPECO

ANALISIS COSTOS UNITARIOS DE MUROS SEGÚN CAPECO										
PARTIDA	Colocación de ladrillo Artesanal aparejo soga					Colocación de ladrillo de concreto aparejo soga				
		9.5	m2/dia				9.5	m2/dia		
Rendimiento	Und	cuadrilla	cantidad	precio unitario	parcial	Und	cuadrilla	cantidad	precio unitario	parcial
Mano de obra					55.37					55.37
Operario	hh	2.00	1.68	24.23	40.81	hh	2.00	1.68	24.23	40.81
Peon	hh	1.00	0.84	17.29	14.56	hh	1.00	0.84	17.29	14.56
Materiales					39.26					32.96
LADRILLO TIPO IV	und		44.00	0.70	30.80	und		37.00	0.70	25.90
cemento portland tipo I	bls		0.29	20.98	6.08	bls		0.24	20.98	5.04
agua	m3		0.02	5.00	0.10	m3		0.02	5.00	0.10
Arena gruesa	m3		0.03	81.35	2.28	m3		0.02	81.35	1.93
Equipo y Herramientas					1.66					1.66
herramienta manual	%MO		0.03	55.37	1.66	%MO		0.03	55.37	1.66
costo total:			96.29					89.99		

FUENTE: Evaluación del grado de cumplimiento del proceso constructivo convencional en muros y losa aligerada de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pimentel, de Keila Noemi Herrera Silva – 2023

Fig. 02: Análisis de costos unitarios de muro de Soga con ladrillo artesanal y ladrillo de concreto según CAPECO

ANÁLISIS COSTOS UNITARIOS DE MUROS EN OBRAS										
PARTIDA	Colocación de ladrillo Artesanal aparejo soga					Colocación de ladrillo de concreto aparejo soga				
		9.5	m2/día				9.5	m2/día		
Rendimiento	Und	cuadrilla	cantidad	precio unitario	parcial	Und	cuadrilla	cantidad	precio unitario	parcial
Mano de obra					33.68					33.68
Operario	hh	2.00	1.68	15.00	25.26	hh	2.00	1.68	15.00	25.26
Peon	hh	1.00	0.84	10.00	8.42	hh	1.00	0.84	10.00	8.42
Materiales					33.18					32.96
LADRILLO TIPO IV	und		44.00	0.70	30.80	und		37.00	0.70	25.90
cemento portland tipo V	bls		0.29	0.00	0.00	bls		0.24	20.98	5.04
agua	m3		0.02	5.00	0.10	m3		0.02	5.00	0.10
Arena gruesa	m3		0.03	81.35	2.28	m3		0.02	81.35	1.93
Equipo y Herramientas					1.01					1.01
herramienta manual	%MO		0.03	33.68	1.01	%MO		0.03	33.68	1.01
costo total:			67.87					67.66		

FUENTE: Evaluación del grado de cumplimiento del proceso constructivo convencional en muros y losa aligerada de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pimentel, de Keila Noemi Herrera Silva – 2023

Tabla 01: Comparativo Ladrillo Arcilla – Bloque de Concreto

Cuadro comparativo de costos para un muro de albañilería armada (Bloque de concreto) y un muro de albañilería confinada (ladrillo de arcilla y columnetas)					
MURO DE SOGA LADRILLO KING-KONG C/M 1:4x1.5 CM E=15CM			MURO BLOQUE DE CONCRETO VIBRADO P-14		
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	Rendimiento	m2/DIA	7.0968
Descripción Recurso		Parcial S/.	Descripción Recurso		Parcial S/.
Mano de Obra		29.42	Mano de Obra		41.23
Materiales		28.98	Materiales		31.74
Equipos		0.92	Equipos		9.08
	Ladrillo de arcilla	59.32		Bloque de concreto	82.05
	Tarrajeo	18.00		Tarrajeo (opcional)	0.00
	Encofrado	45.32		Columna (no necesita)	0.00
	Columna				
Total		122.64	Total		82.05

Fuente: PALOMINO POZO, CELESTINO y PORTOCARRERO ROMERO, FABIAN

MELCHOR TESIS Para la producción y comercialización de bloques de concreto vibrado dirigido a la población de menores recursos nivel socioeconómico “C”: distrito San Juan de Lurigancho

El costo de construcción del bloque de concreto es un 33.10% más bajo que el del ladrillo de arcilla, como muestra el cuadro 1.

Por lo tanto, es importante dar un uso adecuado a las virutas de acero y utilizarlas como herramienta efectiva para mejorar las propiedades en los bloques de concreto.

Teniendo en cuenta estos factores, surge la necesidad de diseñar bloques de concreto adicionando acero reciclado de forma virutas en proporciones del 5%; 10%; 15% y 20% en sustitución del agregado grueso.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Se planteó la pregunta de investigación general:

¿Cuál es la influencia del acero reciclado en forma de virutas en el diseño de mezcla para los bloques de concreto para optimizar sus propiedades mecánicas?

Así mismo, se planteó las preguntas específicas:

- ¿Cuáles son las propiedades de los agregados que se utilizarán en el bloque de concreto?
- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de virutas de acero reciclado que se utilizarán para reemplazar al agregado grueso en la investigación?
- ¿Cómo afectará el uso de virutas de acero reciclado en cantidades del 5%, 10%, 15% y 20% en lugar del agregado grueso para optimizar las características mecánicas del bloque de concreto con una resistencia $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Cuál es la proporción técnico – económico óptima ideal de acero reciclado en forma de virutas para optimizar las propiedades mecánicas del bloque de concreto?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Generales:

Determinar la influencia de la implementación de la adición de virutas de acero reciclado en el diseño de mezcla de los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas.

Específicos:

- ✓ Realizar la evaluación de las características físicas y mecánicas de los agregados utilizados en el diseño de mezcla del concreto para bloque.
- ✓ Evaluar las propiedades de las virutas de acero reciclado que se utilizarán en la fabricación del bloque de concreto.
- ✓ Determinar la influencia del diseño del bloque de concreto incorporando virutas de acero recicladas en 5%, 10%, 15% y 20% para optimizar las propiedades mecánicas del bloque de concreto $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Determinar la proporción técnico – económico óptima ideal de acero reciclado en forma de virutas para optimizar las propiedades mecánicas del bloque de concreto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación Científica – Académica

Estudiar y comprender cómo la implementación de acero reciclado en forma de virutas mejora las propiedades mecánicas del bloque de concreto, contribuye para reforzar la cognición en la ingeniería civil la construcción.

Además, el tema permite aplicar y desarrollar métodos de diseño, fabricación y ensayo del bloque de concreto con adición de acero reciclado en forma de virutas, así como analizar los resultados obtenidos y compararlos con los de otros materiales similares.

Justificación Técnica

La implementación de acero reciclado en forma de virutas en el bloque de concreto puede brindar ventajas significativas. Estas virutas actuarán como refuerzo, para optimizar las propiedades mecánicas. Estas mejoras pueden ampliar el campo de aplicación de los bloques de concreto y optimizar su desempeño estructural y funcional.

Justificación Social

La justificación social de este tema se relaciona con el impacto positivo que puede tener en la sociedad. Los bloques de concreto reforzados con virutas de acero reciclado pueden mejorar la calidad y durabilidad de las estructuras, lo que resulta en construcciones más seguras y confiables. Esto es especialmente relevante en comunidades donde se requiere vivienda asequible y de calidad, ya que pueden ofrecer alternativas más sostenibles y económicamente viables.

Justificación Económica

La utilización de acero reciclado en forma de virutas en el bloque de concreto, puede disminuir costos de producción al reducir el uso de los materiales de cantera. Además, puede generar oportunidades de negocio en la gestión del reciclaje de residuos de acero, promoviendo una economía circular y el desarrollo de una industria más sostenible.

Justificación Ambiental

El tema contribuye a la conservación del medio ambiente al disminuir el empleo de recursos naturales y la generación de residuos para el proceso de construcción. La utilización de estas como adición para los bloques de concreto implica una reutilización de un material que proviene del desecho o la chatarra metálica, evitando así su disposición final en vertederos o su incineración. Asimismo, disminuye las emisiones de gases efecto invernadero asociadas a la extracción, el transporte y la transformación del acero.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

A nivel internacional en nuestra investigación se realizaron los siguientes antecedentes,

Kulkarni, R., Naik, TR, Lee, HK y Khatib, JM, “Propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón elaborado con áridos reciclados de alto volumen”, Revista de Materiales en Ingeniería Civil, 2008

Este artículo se desarrolla el efecto de los agregados reciclados en las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto. El uso de agregados reciclados en el concreto puede tener un efecto negativo en la durabilidad del material debido a la presencia de impurezas y baja calidad del material reciclado.

Los resultados indicaron que el uso de agregados reciclados en el concreto puede reducir la resistencia a la compresión, pero no tuvo un efecto significativo en la y la resistencia a la flexión ni en la durabilidad del concreto.

Elchalakani, M., Haskett, M. y Gilbert, R. “Uso de áridos de acero reciclado en hormigones” , Revista de Materiales en Ingeniería Civil, 2013

Evaluar el desempeño mecánico del concreto con agregados de acero reciclado. La producción de acero conlleva un alto consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero. El uso de agregados de acero reciclado puede reducir la necesidad de nuevos agregados y, por lo tanto, disminuir el impacto ambiental. Los resultados mostraron que el uso de agregados de acero reciclado redujo resistencia a la compresión ya la tracción del concreto, pero el efecto fue menor en el concreto con baja relación agua-cemento.

Syed Haroon Ali Shah, Babar Ali, Ghafur H. Ahmed, Syed Muhammad Talal Tirmazi, Mohamed Hechmi El Ouni, Iqrar Hussain. “Effect of recycled steel fibers on the mechanical strength and impact toughness of precast paving blocks”, Case Studies in Construction Materials, 2014

Las fibras de acero recicladas provenientes de neumáticos desechados causan un desempeño sobre los bloques de pavimento prefabricados sometidos a cargas de impacto ocasionales. De esta forma prepararon varios lotes de bloques de pavimento con

diferentes contenidos de fibras de acero recicladas y se estudiaron las características físicas, mecánicas. Se compararon los resultados con los de bloques sin fibras.

Lo que concluye la investigación es uso de fibras de acero recicladas no afectó significativamente la resistencia a la compresión de los bloques de pavimento, pero sí mejoró su resistencia a flexión y su tenacidad al impacto. Con un 0.5% de fracción volumétrica de fibras, la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto se incrementaron en un 42% y un 271%, respectivamente, su incorporación puede prolongar la vida útil de los pavimentos y preservar el confort de rodadura.

Erhan Güneyisi, Mehmet Gesoğlu, Arass Omer Mawlod Akoi, Kasım Mermerdaş, “Combined effect of steel fiber and metakaolin incorporation on mechanical properties of concrete”, Composites Part B: Engineering, 2014

El objetivo del artículo es ver el efecto combinado de la incorporación de fibras de acero (SF) y metacaolín (MK) sobre las propiedades mecánicas del concreto.

Se prepararon diferentes mezclas de concreto con distintos porcentajes de sustitución de cemento Portland por MK (0%, 10% y 15%) y distintos porcentajes de adición de SF (0%, 0.25%, 0.5% y 1%). Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Se realizaron análisis estadísticos para determinar la influencia significativa de las variables sobre las propiedades del concreto.

Los resultados mostraron que al agregar MK y SF mejoró significativamente las propiedades mecánicas del concreto, independientemente de la relación agua/cemento. El uso de MK redujo la densidad y absorción de agua del concreto, e incrementó la velocidad del pulso ultrasónico y la resistencia a la compresión.

El uso de SF aumentó la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto del concreto. La combinación óptima fue la que usó un 15% de MK y un 0.5% de SF, que presentó un aumento del 28% en la resistencia a la compresión, un 42% en la resistencia a la flexión y un 271% en la tenacidad al impacto respecto al concreto sin MK ni SF.

Behera, AK y Bhattacharjee, B, “Propiedades mecánicas del hormigón con fibra de acero y árido grueso reciclado”, Construcción y Materiales de Construcción, 2016

Investigar la implementación de fibras de acero y agregados gruesos reciclados en las propiedades mecánicas del concreto.

El reciclaje de los residuos de construcción y demolición es una necesidad importante en el contexto actual. Sin embargo, el uso de materiales reciclados puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del concreto.

Después de realizado los ensayos correspondientes se demostró que la reducción de fibras de acero y agregados gruesos reciclados llegaron a mejorar la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto.

Wan, S., Zhao, Y., & Cui, X. “Incorporation of Recycled Steel Fibers into Concrete Block to Improve Mechanical Properties”, Journal of Materials in Civil Engineering, 2017

Este estudio investigó los efectos de la incorporación de fibras de acero reciclado en bloques de hormigón sobre sus propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que el uso de fibras de acero reciclado mejoró significativamente las propiedades mecánicas de los bloques de concreto.

El objetivo del artículo es estudiar el efecto de la incorporación de fibras de acero recicladas (RSF) obtenidas de neumáticos desechados, sobre las propiedades mecánicas de los bloques de concretos prefabricados.

Se fabricaron bloques de concreto con diferentes contenidos de RSF (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas. Se compararon los resultados con los de bloques sin RSF.

Los resultados mostraron que el uso de RSF mejoró significativamente las propiedades mecánicas de los bloques de concretos, especialmente la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto. Con un 1% de RSF, la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto se incrementaron en un 38% y un 75%, respectivamente, en comparación con los bloques sin RSF.

La incorporación de RSF puede prolongar la vida útil de los bloques de concreto y reducir el impacto ambiental de los neumáticos desechados.

Rattanapakdee, T., Jaturapitakkul, C., & Chindaprasirt, P. “Influence of Recycled Steel Fibers on the Properties of Concrete Blocks”, *Materials and Structures*, 2017

Se investigo el efecto de las fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas de los bloques de concretos, incluyendo la resistencia a la compresión y a la tracción. El objetivo del artículo es estudiar la influencia de las fibras de acero recicladas (RSF) obtenidas de neumáticos usados sobre las propiedades de los bloques de concreto.

Se fabricaron diversos bloques con diferentes contenidos de RSF (0%, 0.25%, 0.5% y 1%) y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas. Se compararon los resultados con los de bloques sin RSF y con los de bloques con fibras de acero comerciales (CSF). Los resultados mostraron que el uso de RSF mejoró las propiedades del bloque de concreto, especialmente con un 1% de RSF, la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto se incrementaron en un 30% y un 50%, respectivamente, en comparación con los bloques sin fibras. Los bloques con RSF tuvieron un comportamiento similar o mejor que los bloques con CSF.

La incorporación de RSF puede ser una alternativa viable para el aprovechamiento de los neumáticos usados y la mejora de los bloques de concreto.

Borosnyói, A., Krajna, K., & Pivovarnik, M. “Utilization of Recycled Steel Fibers in Concrete Blocks for Sustainable Construction”, *Sustainability*, 2018

Este estudio examinó la utilización de fibras reutilizadas de acero (RSF) obtenidas en neumáticos usados, para bloques de concreto para la construcción sostenible.

Se fabricaron bloques de concreto con diferentes contenidos de RSF (0%, 0.5%, 1% y 1.5%) y se evaluaron sus propiedades físicas y mecánicas.

Se compararon los resultados con los de bloques sin RSF y con los de bloques con fibras de acero comerciales (CSF). Se realizó un análisis de ciclo de vida (LCA) para evaluar el impacto ambiental de los bloques con RSF.

Los resultados mostraron que el uso de RSF mejoró las propiedades de los bloques de concreto, especialmente su la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto. Con un 1% de RSF, la resistencia a flexión y la tenacidad al impacto se incrementaron en un 25% y un 40%, respectivamente, en comparación con los bloques sin RSF.

Los bloques con RSF tuvieron un comportamiento similar o mejor que los bloques con CSF. El LCA mostró que los bloques con RSF redujeron el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y el costo económico en comparación con los bloques sin fibras. La utilización de RSF puede ser una estrategia viable para el reciclaje de neumáticos usados y la construcción sostenible.

Li, X., Wu, D., Zhang, Y. y Chen, S, “Estudio de preparación y propiedades del hormigón de alta resistencia con escorias siderúrgicas y cenizas volantes”, Avances en ciencia e ingeniería de materiales, 2018

Investigar la preparación las propiedades del concreto de alta resistencia con escoria de acero y ceniza volante. Se lleva a cabo un estudio experimental para evaluar la adición influencia de la mejora de escoria de acero y ceniza volante en el concreto incluyendo las propiedades mecánicas, la porosidad y la durabilidad.

En conclusión la adición de escoria de acero y volante ceniza puede mejorar significativamente la resistencia mecánica, la durabilidad y la porosidad del concreto, lo que lo hace un material prometedor para la construcción de bloques de concreto de alta resistencia.

López, M. y Escalante, G, “Propiedades del hormigón de áridos reciclados elaborado con áridos reciclados de traviesas de hormigón”, Construcción y Materiales de Construcción, 2018

Determinar las propiedades mecánicas del concreto reciclado con agregados reciclados de traviesas de concreto. Se realizan ensayos experimentales en las propiedades mecánicas, físicas y químicas del concreto reciclado con agregados de traviesas de concreto, incluyendo la resistencia a la compresión y la absorción de agua.

Se concluye que el concreto reciclado con agregados de traviesas de concreto presenta una resistencia mecánica y absorción de agua similar al concreto convencional, lo que lo hace una opción viable y sostenible para la elaboración de bloques de concreto.

Sokhansefat, S., Aslani, F., & Yousefi, A. A., “Incorporating Recycled Steel Fibers in Concrete Blocks for Sustainable Construction”. Journal of Building Engineering, 2019

En este estudio se evaluó el efecto de la incorporación de fibras de acero reciclado en la resistencia mecánica y durabilidad de bloques de concreto. Los resultados indicaron que la adición de fibras de acero reciclado mejoró significativamente la resistencia mecánica y la durabilidad de los bloques de concreto.

Adil, B., Hussain, M. A., & Tariq, M., “Effect of Recycled Steel Fibers on the Properties of Concrete Blocks”, Journal of Materials Research and Technology, 2020

Este artículo presenta un estudio sobre la influencia de las virutas de acero reciclado en las propiedades de los bloques de concreto, incluyendo la resistencia a la compresión y la absorción de agua. Se encontró que la adición de fibras de acero reciclado mejoró la resistencia a la compresión y flexión de los bloques de concreto.

Li, Y., Wang, Y. y Li, X., “Propiedades de los bloques de hormigón reciclado con diferentes proporciones de escoria de acería”, Avances en Ciencia e Ingeniería de Materiales, 2020

El objetivo es evaluar las propiedades de los bloques de concreto reciclado con diferentes proporciones de escoria de acero.

Este estudio investiga las propiedades los bloques de concreto reciclado con diferentes proporciones de escoria de acero. Se realizaron pruebas para evaluar la densidad, absorción de agua, resistencia a la compresión y flexión.

Los resultados demuestran la adición de escoria de acero puede mejorar la densidad y la resistencia a la compresión de los bloques de concreto reciclado. Sin embargo, se demostró una disminución en la absorción de agua y la resistencia a la flexión con un mayor contenido de escoria de acero.

Salazar-Flores, G., Ochoa-González, R., & Varela-Santos, E. "Influence of recycled steel fibers on the properties of concrete blocks for masonry", Journal of Materials in Civil Engineering, 2022

Este artículo analiza el efecto de la adición de fibras de acero reciclado en los bloques de concreto utilizados en mampostería. Se evaluaron las propiedades mecánicas, físicas y ambientales de los bloques de concretos fabricados con diferentes porcentajes de fibras de acero reciclado. Los resultados demostraron que la adición de fibras de acero reciclado mejoró la resistencia a la compresión y la durabilidad, proporcionando información valiosa para la fabricación de bloques de concreto sostenibles.

Hernandez E, "The Use of Recycled Steel Fibers in Concrete Blocks: An Innovative and Sustainable Solution." 2021

Este artículo presenta una evaluación de la adición de fibras de acero reciclado en la fabricación de bloques de concreto. El estudio se centró en el impacto de la adición de fibras de acero reciclado en las propiedades mecánicas, físicas y ambientales de los bloques de concreto. Los resultados demostraron que la adición de fibras de acero reciclado mejoró la resistencia a la compresión y la durabilidad de los bloques de concreto. Además, se encontró que los bloques de concreto fabricados con fibras de acero reciclado tenían un menor impacto ambiental en comparación con los bloques de concreto convencionales.

J. A. Dávila Cabanillas, D. Franco Mendoza, "Diseño de bloque de concreto con aplicaciones de virutas de acero reciclado para mejorar el esfuerzo a compresión", Tarapoto, Perú, 2021

El objetivo del estudio fue diseñar un bloque de concreto con la adición de virutas de acero recicladas en proporciones de 10%, 20% y 30%, y evaluar su resistencia a la compresión. El resumen indica que la adición del 10% de virutas de acero incrementó la resistencia a la compresión en un 25.14% respecto al concreto patrón, mientras que las adiciones del 20% y 30% la redujeron en un 5.43% y 36.38%, respectivamente. Se concluyó que la adición óptima de virutas de acero fue del 10%, y que esta podría ser utilizada en elementos estructurales sometidos a cargas de compresión.

C. E. Vásquez Tarrillo, “EFECTO EN LOS ESFUERZOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN CON LA ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO A LA MEZCLA DE CONCRETO”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil Ambiental, Fac. de Ingeniería, Univ. Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2021:

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la adición de viruta de acero en porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% sobre la resistencia a la flexión y a la compresión de vigas y cilindros de concreto. El resumen señala que la adición de viruta de acero mejoró la resistencia a la flexión en un 18.75% para el 4% de adición, y la resistencia a la compresión en un 9.09% para el 2% de adición, en comparación con el concreto sin adición. Se concluyó que la adición de viruta de acero influye positivamente en la resistencia a la flexión y a la compresión del concreto, siempre y cuando se use en proporciones adecuadas.

Zhang, P., Wang, C., Wu, C., Guo, Y., Li, Y. & Guo, J, “A review on the properties of concrete reinforced with recycled steel fiber from waste tires”, REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE, 2022

Según el artículo en la industria de la construcción, se han agregado fibras al concreto optimizar las propiedades mecánicas del concreto durante décadas.

La fibra de acero se ha utilizado ampliamente como fibra aditiva debido a sus propiedades únicas; proporciona concreto armado. Sin embargo, la producción a gran escala de fibras de acero genera una gran cantidad de CO₂ y agrava el agotamiento de los recursos naturales.

En respuesta a los requisitos de protección ambiental verde, algunos académicos han centrado su atención en reemplazar las fibras de acero industrial con fibras de acero recicladas de llantas de desecho (WTSE).

Se encuentra que WTSE puede usarse para reforzar las propiedades mecánicas el concreto e incluso reemplazar la fibra de acero industrial (ISF) en algunas aplicaciones de ingeniería. Los resultados de la investigación existente se resumen y discuten, con énfasis en el proceso de reciclaje de WTSE.

Esta revisión no solo tiene un gran impacto en el medio ambiente, sino que también tiene características de la fibra, así como las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto con WTSE.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. EL CONCRETO

Es un material que se asemeja a los materiales rocosos en sus propiedades. Se compone de una mezcla de agregados pétreos, los cuales varían en tamaño desde fracciones de milímetros hasta centímetros, incluyendo grava y arena. Esta combinación da lugar a una masa rocosa conocida como pasta de cemento hidráulico [10].

Según [12], el concreto, también conocido como hormigón, se caracteriza por ser una mezcla de un material aglutinante, como el cemento Portland, y material de relleno, que incluye agregados, aditivos y agua. Una vez seco, el concreto adquiere una consistencia sólida, formando un elemento compacto que con el tiempo aumenta su resistencia a los esfuerzos de compresión.

En la actualidad, existe una búsqueda continua de un diseño de mezcla de concreto que sea sencillo de realizar. No obstante, se han establecido diversas limitaciones y normas técnicas que deben tenerse en cuenta en todos los procesos de fabricación del concreto. A pesar de ello, se trabaja constantemente en reducir los costos asociados a su elaboración y producción [13].

Además [14], entiende que el concreto está compuesto por una mezcla de arena, roca y otros agregados, los cuales se combinan con cemento y agua para formar una masa resistente. En ocasiones, se agregan aditivos con el fin de mejorar ciertas propiedades y características del concreto, como su durabilidad, resistencia, ductilidad y tiempo de fraguado. Estos aditivos ayudan a fortalecer el material y optimizar su desempeño.

Según [15] la forma más eficiente de limitar este impacto es mediante el uso de materiales reciclables en la fabricación de bloques de hormigón, como virutas de metal o acero, cenizas de arroz, entre otros, que se consideran fibras para fortalecer el hormigón. Como resultado, se ha despertado un gran interés entre los profesionales de la construcción en la viabilidad de utilizar diferentes materiales de diseño en la composición del hormigón reforzado con fibras recicladas (RFRC). El objetivo es mejorar continuamente las propiedades del concreto mediante el uso de fibras reciclables.

Según [16], se han establecido proporciones estándar que se utilizan para determinar los volúmenes absolutos de diferentes componentes, los porcentajes comunes del concreto son:

- a) Agregados (Grueso y Fino) entre 60% y el 75%
- b) Agua entre 15% y el 22%
- c) Cemento entre 7% y el 15%
- d) Aire entre 1% y el 3%
- e) Aditivo entre 0.1% y el 0.2%

Además, en (American Society for Testing and Materials) se han establecido diversas normas de ensayo relacionadas con la resistencia del concreto. Estas normativas incluyen indicadores clave como la resistencia a la compresión uniaxial de muestras cilíndricas de hormigón, los cuales se rigen por los métodos de ensayo INTE C39, que corresponden a la norma ASTM C39 [17].

De manera similar, el American Concrete Institute (ACI) ha desarrollado un capítulo que define las características y pautas para evaluar la resistencia y propiedades del concreto. Estas evaluaciones se llevan a cabo en laboratorios con certificaciones técnicas en Perú, abarcando aspectos como el concreto fresco, los agregados, la resistencia y la albañilería [18].

2.2.2. FIBRAS EN EL CONCRETO

La incorporación de fibras en materiales de construcción ha sido practicada desde tiempos antiguos, incluso antes de la introducción del cemento Portland y el concreto. En aquellos tiempos, se utilizaban diversos materiales como pasto, hilo, pelo de animales, paja, entre otros, que se mezclaban con el adobe con el objetivo de prevenir grietas y aumentar la resistencia a la tracción.

De acuerdo con la referencia [19], el progreso de las últimas tecnologías en la industria de la construcción está posibilitando la utilización de fibras elaboradas con distintos materiales en la fabricación del concreto.

El propósito principal de esta práctica es optimizar las características del concreto, como la reducción de fisuras debido al asentamiento y la contracción plástica, la disminución de la permeabilidad, el aumento de la resistencia contra la abrasión y el impacto, así

como el fortalecimiento de la resistencia a la compresión, tracción, flexión, entre otros aspectos. Según el autor, el aspecto más relevante de un concreto reforzado con fibras radica en mejorar su capacidad de soportar la tensión.

Según la referencia [20], se destaca que una de las ventajas de emplear fibras en el concreto fresco es la reducción del asentamiento de la mezcla. La incorporación de fibras en el concreto fresco tiene como efecto disminuir el asentamiento, es decir, a medida que aumenta la longitud de las fibras, el asentamiento de la mezcla disminuye.

Esto es de suma importancia, ya que incrementar la proporción agua-cemento para corregir el asentamiento perdido puede resultar riesgoso debido a la disminución de la resistencia y al aumento de la contracción por secado.

Por otro lado, el concreto reforzado con fibras evita la formación y propagación de fisuras y grietas, según [19]. La trabajabilidad depende de la cantidad y el tipo de fibras que se usen, así como de las características de los agregados, como su forma, tamaño y distribución. También influye el estado de la superficie de las fibras y la adherencia entre ellas.

En resumen, el empleo de fibras en el concreto fresco ofrece beneficios como la reducción del revenimiento, la prevención de fisuras y grietas, y la mejora de la trabajabilidad del material. Estos aspectos son relevantes para mejorar la calidad y desempeño del concreto reforzado con fibras.

En la actualidad las fibras en el concreto se han vuelto cada vez más destacada en la industria por su gama de aplicaciones. Por esta razón, se están llevando a cabo investigaciones para emplear fibras de diversos materiales en el concreto, con el objetivo de mejorar sus propiedades y lograr un enfoque económico. Algunas de estas investigaciones incluyen el uso de plumas de ave, plásticos PET, virutas de cuero, entre otros.

Adicionalmente, se han llevado a cabo comparaciones en la industria de la construcción utilizando fibras comerciales, con el objetivo de evaluar cuál de ellas proporcionan mejoras en las propiedades del concreto y resulta más rentable en su aplicación.

2.2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS

Las fibras se clasifican según su tamaño:

Tabla 02 Clasificación de las Fibras según su tamaño [20]

TIPO	MATERIAL	DOSIFICACIÓN	DIÁMETRO	FUNCIÓN
MACROFIBRA	Son las fibras metálicas, sintéticas o aquellas fibras naturales.	Incorporado en un 0.2% a 0.8% del volumen del concreto	Oscila entre los 0.05 y 2mm. Teniendo una relación de Largo y Diámetro de 20 a 100	Evitar la fisuración del concreto en su estado endurecido, minimizar la abertura de la fisura y garantiza un gran desempeño del elemento que esta fisurado.
MICROFIBRA	Son las fibras de polipropileno, nylon, carbón y acrílicas.	Incorporando entre 0.03% a 0.15% del volumen del concreto	Oscila 0.023 mm y 0.05 mm, pueden ser monofilamento o fibriladas	Evitar aquellas fisuras del concreto cuando este se encuentra en su fresco.

Fuente: Construcción y Tecnología del concreto, 2015

Según [19], las microfibras de multifilamento tienen una longitud que va desde los 12 hasta los 75 mm, mientras que las macrofibras pueden medir entre 13 y 70mm.

Tabla 03 Clasificación de las Fibras según su material [20]

POR SU MATERIAL	
Fibras de Acero	Son secciones discretas de acero que tienen una relación de aspecto de su longitud - diámetro que oscila entre los 20 a 100. Este tipo de fibra son de acero y por lo general son de bajo contenido de carbono.
Fibras Sintéticas	Son secciones que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto, estas fibras pueden estar compuestas por: carbón, acrílico, Nylon, polipropileno, Poliéster, etc.
Fibras de Vidrio	Son secciones discretas de fibras de vidrio resistentes al álcali.
Fibras de Natural	Son aquellas fibras de origen natural como: el coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc. Cuyos diámetros oscilan entre 0.5 y 0.2mm. Con valores de absorción superiores al 12%

Fuente: Construcción y Tecnología del concreto, 2015

2.2.2.2.FORMACION DE VIRUTAS

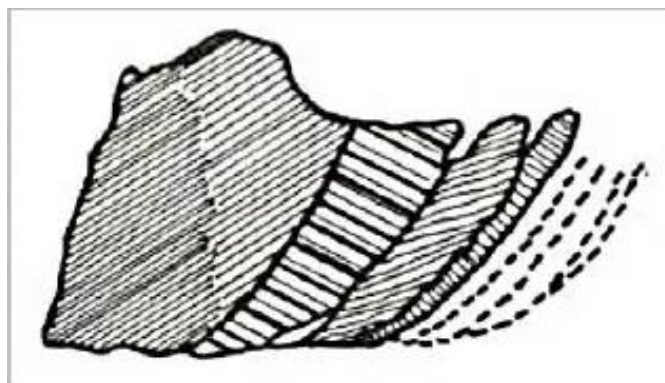
El proceso de arranque de viruta se produce cuando el filo de la herramienta provoca la formación inicial de una capa elástica en el metal, que luego se convierte en la viruta. A medida que se acerca, se generan tensiones significativas y, una vez que el material supera su límite de fluencia, se separa debido a la deformación plástica. Controlar la formación de la viruta es crucial en las operaciones de mecanizado para asegurar su

ruptura adecuada y comprender el tipo de viruta que se formará. El tipo de viruta indica cómo reaccionan diferentes metales ante la cuchilla de corte, lo que a su vez proporciona información sobre las temperaturas y fuerzas generadas. Es esencial mantener las temperaturas durante el corte, tanto en la pieza como en la herramienta, en niveles adecuados para evitar impactos negativos. Además, las fuerzas generadas durante el proceso influyen en la potencia requerida para llevar a cabo la operación.

Al analizar la desagregación o pérdida de cohesión del material que forma la viruta, es posible identificar varias causas, como el arranque, la cortadura y la fluencia. En ocasiones, estos defectos pueden combinarse, especialmente cuando una herramienta está cortando el metal.

- 1) Por arranque: Este tipo de formación de viruta implica la presencia de elementos similares con superficies de separación entre ellos que varían en distancia, dependiendo de la plasticidad del metal. Este fenómeno es causado por el proceso de cortadura. A veces, las separaciones pueden ser apenas perceptibles, pero se puede observar que la dirección de la grieta permanece relativamente constante durante la operación.
- 2) Por corte: En este caso, cada elemento de la viruta está compuesto por un metal fuertemente comprimido. Sobre la cuchilla, se pueden ver fragmentos que se desprenden de la superficie. Estos elementos de viruta, deformados por la compresión, se deslizan unos sobre otros, y sus espesores disminuyen a medida que se acercan al filo de la herramienta.

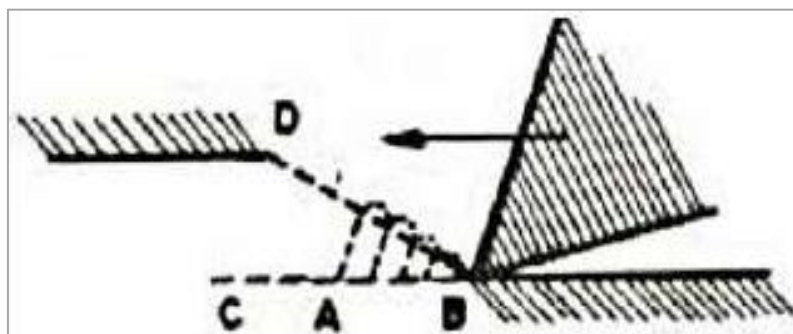
Fig. 03 Forma de viruta de tipo de corte



- 3) Por fluencia: El arranque de la viruta ocurre cuando el filo de la cuchilla corta el vértice del cono dejado por la viruta anterior. En este proceso:
- El material se deforma debido a la compresión y fluye hacia el exterior en capas sucesivas. El esfuerzo de la cuchilla aumenta de B a A, a menudo llegando hasta el punto de rotura.
 - El esfuerzo de la herramienta, que se incrementa de B a A, finalmente supera la resistencia a la cortadura del material.

Esto lleva a la curvatura de la viruta, la cual se rompe, y el ciclo se repite. Este estudio revela que el esfuerzo de corte no es constante, sino que varía de manera ondulatoria e irregular, dependiendo del tipo de metal y su homogeneidad.

Fig. 04 Forma de viruta de tipo de fluencia



2.2.2.3. TIPOS DE VIRUTAS

La viruta se caracteriza por ser un material que exhibe una falta de uniformidad debido a sus formas alargadas, onduladas o en espiral, las cuales pueden variar en tamaño. Por esta razón, se ha establecido una clasificación para las virutas, con el fin de organizarlas según sus características.

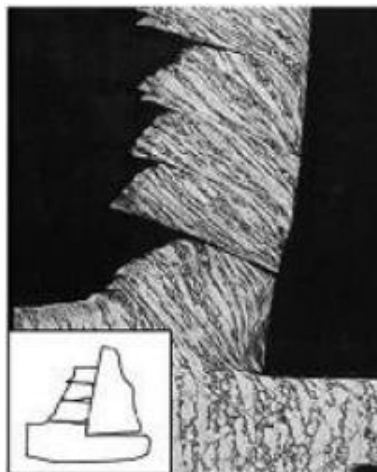
Las virutas pueden clasificarse según su clase en plásticas, cortadas o de arranque, y según su forma en desmenuzadas, bastón, agujas, espirales, cintas, hélices cortas y estrechas, hélices cortas y anchas, hélices largas y estrechas, hélices largas y anchas, virutas de sesgo rectilíneo y trozos cortos de cinta. Estas categorías dependen principalmente de:

- Las propiedades del material que se está trabajando.
- La geometría de la herramienta de corte.
- Las condiciones del maquinado, como la profundidad de corte, velocidad de avance y de corte.

Existen 3 tipos de virutas:

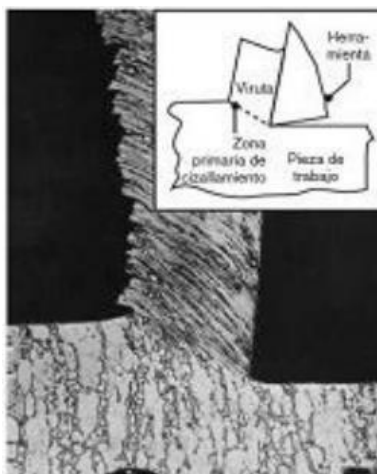
- a) Las virutas discontinuas: Estas virutas se originan en materiales frágiles y se rompen completamente a velocidades bajas. Pueden generar filamentos de diferentes tamaños y, a menudo, producen un acabado superficial aceptable debido a la reducción de las irregularidades por el filo de corte.

Fig. 05 Viruta discontinua



- b) Las virutas continuas: Se forman en materiales altamente resistentes y maleables a velocidades elevadas, grandes ángulos de ataque (entre 10° y 30°) y poca fricción entre la viruta y la herramienta de corte. Estas virutas no se rompen completamente y exhiben cierta uniformidad en su apariencia.

Fig. 06 Viruta continua



- c) Las viruta continua con protuberancias o segmentada: Este tipo de viruta se genera al cortar materiales plásticos a bajas velocidades, lo que provoca una alta fricción en la cara de la herramienta. Una fina capa de viruta se corta de la parte inferior y se adhiere a la herramienta debido a esta fricción. En ocasiones,

una herramienta con una protuberancia de metal aglutinado soldada en su cara produce este tipo de viruta. De forma periódica, se separan partes de esta protuberancia, que quedan depositadas en la superficie del material, generando así una superficie rugosa. El resto de la protuberancia se convierte en una elevación en la parte trasera de la viruta.

Fig. 07 Tipos de viruta

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

B Bien
 R Regular
 M Mal

Fuente: Norma ISO 3685

Por último, se encuentra la viruta combinada, la cual se produce en talleres industriales de metal. Este tipo de viruta no es de interés para los operadores, ya que no les resulta útil, por lo tanto no se recicla, es considerado como desecho según lo mencionado por [21].

2.2.3. VIRUTA DE ACERO

Según [22], la viruta de acero se refiere a una lámina de acero que se desprende durante el proceso de labrado o mecanizado. Durante el maquinado, se retira el exceso de material de una pieza bruta utilizando herramientas de corte y maquinaria especializada, lo que resulta en la formación de la viruta de acero.

Además, [22] indica que el proceso de maquinado es dar forma a la pieza de trabajo, mejorando tanto la tolerancia y el acabado superficial de las piezas previamente formadas. Es importante resaltar que la obtención de virutas, no es un proceso simple y común, como indica [22]. La formación de las virutas de acero implica un proceso, donde la zona de corte se ensancha y se extiende más allá de la herramienta, creando una zona de corte secundaria en el frente de ataque.

2.2.3.1. TIPOS DE ACERO

Según [23], la clasificación del acero se basa en su composición química, y se puede distinguir de la siguiente manera:

Acero al carbón

El acero al más utilizado es aquel que está compuesto principalmente por hierro y otros elementos. La cantidad de carbono tiene un gran impacto en sus propiedades. Es aquel en el que el carbono desempeña el papel clave en el control de las propiedades de emisión. En estos aceros, la cantidad de manganeso no puede superar el 1,65% y el contenido de silicio y cobre no puede ser superior al 0,6% [23].

El acero según su % al carbono se clasifica:

- a) Bajo % de carbono: tienen entre 0,08% y 0,35% de carbono
- b) Medio % de carbono: tienen entre 0,35% y 0,50% de carbono
- c) Alto % de carbono: tienen más del 0,50% de carbono

Acero aleado

Existen dos tipos de aceros de choque, los cuales se caracterizan por tener como elementos principales el carbono y otro componente adicional en su composición.

a) Acero de baja aleación: El acero al carbono, además de hierro y carbono, contiene pequeñas cantidades de otros elementos. Estas adiciones de elementos en cantidades menores generan diferencias significativas en las propiedades mecánicas del acero. En general, este tipo de acero se clasifica como acero de baja aleación y se utiliza en diversas aplicaciones, como maquinaria, automóviles, ambientes de bajas temperaturas o servicios con altas temperaturas, según se indica en la referencia [23].

b) Acero de alta aleación: Se utiliza comúnmente en la fabricación de herramientas, ya que contiene altas cantidades de carbono y otros elementos de amortiguación. Estos elementos adicionales le confieren una mayor dureza, aunque a menudo dificultan su capacidad de soldadura. En este tipo de acero se añaden otros elementos de amplificación para mejorar su ductilidad, resistencia al impacto, al flujo, a la corrosión, al calor, entre otras propiedades [23].

Acero inoxidable

El acero inoxidable se caracteriza por tener un contenido elevado de cromo, lo cual le confiere la propiedad de ser resistente a la corrosión. Cuanto mayor sea el porcentaje de cromo, mayor será su resistencia a la corrosión, el contenido aproximado de cromo es del 10,5%, mientras que el de carbono es del 1,2% [23]

2.2.3.2. ESTADO DE LAS VIRUTAS DE ACERO

El estado del acero depende de 2 factores:

Corrosión:

Proceso de degradación del acero debido a reacciones químicas, especialmente en presencia de oxígeno y agua. La corrosión es un fenómeno electroquímico en el cual el acero actúa como el ánodo en una celda electroquímica y se oxida, mientras que el agente corrosivo actúa como el cátodo.

Deterioro:

Según [24], el desgaste afecta al acero y que conlleva costos adicionales. Durante muchos años se ha investigado la causa de este deterioro con el objetivo de prevenirlo y mejorar la eficacia, eficiencia y rendimiento del acero, aunque aún no se han encontrado respuestas definitivas, este no provoca fallas catastróficas en el acero, sí resulta en una reducción de su eficiencia durante la operación, el desgaste es uno de los principales motivos de reemplazo de componentes en maquinaria.

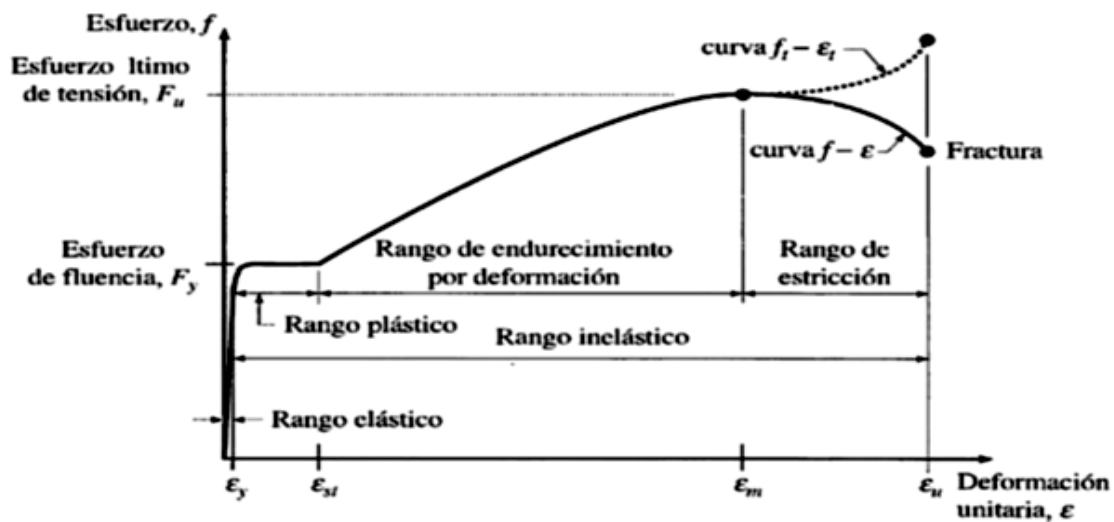
2.2.3.3. PROPIEDADES DE LAS VIRUTAS DE ACERO

Según [25], las propiedades de la viruta de acero están influenciadas por su composición química, el método de laminado, el proceso de enfriamiento y el tratamiento térmico del acero. Sin embargo, hay propiedades que se mantienen constantes:

- Peso específico
- Capacidad de elasticidad
- Módulo de corte
- Coeficiente de Poisson

Las propiedades mecánicas son indicativas de la resistencia de las virutas de acero bajo cargas estáticas, las cuales se pueden obtener a partir del diagrama de esfuerzo-deformación. En la Figura 6 se ilustra el comportamiento de la viruta de acero cuando se somete a esfuerzos que aumentan hasta alcanzar la rotura, esta prueba, conocida como prueba de tensión, proporciona información sobre propiedades mecánicas como la rigidez, resistencia y tenacidad del material [25].

Fig. 08 Diagrama de Esfuerzo – Deformación para un acero



Según las indicaciones de [25], la utilización de virutas de acero como elemento en un material estructural ofrece las siguientes características:

- Debido a la alta resistencia del acero por unidad de peso, las estructuras serán livianas.
- El acero posee características estables a lo largo del tiempo, al igual que los concretos reforzados.
- El acero tiene cierta elasticidad que facilita su moldeado.
- El acero puede experimentar grandes deformaciones y resistir fuerzas intensas.
- La capacidad de adaptación a posibles adiciones permite que las estructuras de acero puedan expandirse.

2.2.3.4. VIRUTAS DE ACERO RECICLADO

Las virutas de acero reciclado se refieren a pequeñas piezas o fragmentos de acero que han sido generados como subproducto durante procesos de mecanizado, corte, perforación o cualquier otro proceso industrial que involucre el trabajo del acero. Estas virutas son recolectadas y posteriormente recicladas para su reutilización en la producción de acero u otros fines industriales.

El reciclaje de virutas de acero tiene ventajas significativas, ya que contribuye a la conservación de recursos naturales, reduce la necesidad de extracción y producción de acero virgen, disminuye la cantidad de residuos enviados a vertederos, por lo tanto, tiene un impacto ambiental positivo. Estas virutas de acero reciclado pueden ser fundidas y

utilizadas como materia prima en la fabricación de nuevos productos de acero, contribuyendo así a la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Fig. 09 Residuo del Torno - Virutas de Acero



2.2.3.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO

El material cumple con las especificaciones de ASTM A820, Tipo II, para fibras cortadas y laminadas en frío. Su incorporación en el hormigón mejora significativamente la resistencia a la flexión, ductilidad y tenacidad, lo que resulta en un aumento notable de la capacidad de carga. Además, exhibe una alta resiliencia y resistencia al impacto en situaciones dinámicas, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren absorción de energía en impactos.

Una ventaja adicional es su capacidad para permitir reducciones en el uso de material al posibilitar la disminución de las dimensiones de los elementos de hormigón, manteniendo al mismo tiempo las propiedades deseadas. En entornos industriales cerrados, como pisos industriales, contribuye a acortar los tiempos de construcción al eliminar la necesidad de juntas y al ser independiente de las condiciones climáticas.

Su compatibilidad con todos los tipos de cemento y mezclas de hormigón amplía su versatilidad. Puede ser utilizado en conjunto con diversos agentes de curado, superplastificantes, reductores de agua de grado medio o alto, endurecedores y selladores. Gracias a sus propiedades isotrópicas y a la distribución uniforme de las fibras en toda la estructura, este material es ideal para soportar cargas sin depender de un punto de aplicación específico.

2.2.3.6.OBTENCION DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO

La producción de metal mediante procesos de maquinado, se genera inevitablemente viruta de metal. A medida que las empresas buscan prácticas más ecológicas y eficientes para optimizar costos, surge la necesidad de medir y gestionar la cantidad de material desperdiciado y consumido.

Aunque existen prácticas reconocidas de manejo responsable, reciclaje y reutilización de viruta en talleres de maquinado según la literatura, en la realidad latinoamericana, desechar la viruta sigue siendo común, aunque la venta de estos residuos está ganando terreno en la industria.

Fig. 10 Industria manufacturera –El Torno



Fuente: propia

Es fundamental reconocer que la viruta producida durante el maquinado, al estar mezclada con fluidos de corte, es difícil de reciclar, aunque no imposible. Algunos talleres almacenan estos residuos en áreas específicas dentro del taller. Otros utilizan maquinaria para separar la viruta del fluido y clasificar los diferentes tipos de metales (ferrosos y no ferrosos), compactando el producto final para venderlo a terceros encargados de su disposición o reutilización. Algunos incluso venden la viruta sin separarla previamente.

2.2.3.7. PROPIEDADES DE LAS VIRUTAS DE ACERO RECICLADO

Las virutas de acero recicladas tienen propiedades similares a las del acero original. Sin embargo, su uso en morteros de geopolímero puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas de estos. Estas propiedades son esenciales para comprender la calidad y utilidad del acero reciclado y para determinar cómo se puede utilizar en aplicaciones industriales.

Tabla 04 Propiedades físicas y mecánicas de las virutas de acero

PROPIEDAD	VALOR
Tamaño (cm)	<3cm
Limite de fluencia Mpa (Kg/cm ²)	390-540 (4000-5500)
Resistencia a la traccion Mpa (Kg/cm ²)	650 - 800 (6700 - 8200)
Alargamiento 200 mm min (%)	12%

Fuente: Ficha técnica Aceros Arequipa

Propiedades de las V. A. Reciclado y Industriales

Según las investigaciones mencionadas por [26], se llevaron a cabo estudios comparativos entre la incorporación de virutas de acero comercial, la mejora de acero comercial fundido y la utilización de virutas de acero recicladas.

De acuerdo con [27], al incorporar virutas de acero comercial fundido al concreto se logra una resistencia de 281.2 Kg/cm², superior a la que se obtiene con el acero comercial sin fundir (258.6 kg/cm²). Esto indica que las virutas de acero comercial fundido mejoran significativamente la composición del concreto.

Además, estudios como el realizado por [28] indican que tanto las virutas de acero comercial como las virutas de acero reciclado presentan distintas ventajas. En el caso del acero comercial, se ha observado un mejor rendimiento cuando el material se somete a niveles más altos de compresión y flexión. Por otro lado, el acero reciclado ofrece una mayor capacidad de anclaje por su forma y respuesta en situaciones de flexión y compresión. Según los resultados se pudo observar que después de curado de 28 días una resistencia de 210.06kg/cm², mientras que el acero reciclado llegó a 241.41kg/cm². En cuanto a la flexión, el acero comercial obtuvo 4.93MPa y el acero reciclado 4.84MPa. Estos resultados muestran que ambos tipos de acero mejoraron la flexión y la compresión del material [28].

2.2.4. ALBAÑILERÍA

Conforme a la Norma Técnica Peruana (NTP E070, 2006), se describe como una sustancia estructural compuesta por bloques de albañilería unidos mediante mortero por bloques apilados, en cuyo caso se incorporan con concreto en estado líquido.

2.2.4.1. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

"El elemento fundamental en la construcción de estructuras de albañilería es la unidad de albañilería, la cual se produce a partir de diversas materias primas, tales como arcilla, concreto o la combinación de sílice y cal. Su creación implica técnicas de moldeo que emplean distintos métodos de compactación. Estas unidades, conocidas como ladrillos o bloques, se caracterizan por tener propiedades específicas. Los ladrillos se destacan por sus dimensiones y pesos que facilitan su manipulación con una sola mano durante el proceso de asentado, mientras que los bloques, debido a sus mayores dimensiones y peso, están diseñados para ser manipulados con ambas manos. Esta descripción se basa en la Norma Técnica Peruana NTP E070 de 2006."

2.2.4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Se utiliza el término "ladrillo" para referirse a una unidad que puede ser manipulada con una sola mano debido a su dimensión y peso. En cambio, el término "bloque" se aplica a una unidad que, por sus dimensiones y peso, requiere ser manipulada con ambas manos. La norma técnica peruana (NTP E070, 2006) define las unidades de albañilería, como ladrillos y bloques, fabricados con arcilla, concreto o sílice-cal.

Estas unidades pueden tener diversas características, como ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares, y pueden ser elaboradas de manera industrial o artesanal, siempre que cumplan con los estándares establecidos por la normativa peruana (NTP E070, 2006).

En la ciudad, se producen artesanalmente unidades de albañilería que carecen de certificación, lo que impide verificar si cumplen con los requisitos normativos mencionados.

Las unidades de albañilería de concreto deben alcanzar su resistencia especificada y estabilidad volumétrica antes de ser utilizadas. En el caso de unidades curadas con agua, se establece un plazo mínimo de 28 días antes de su empleo.

2.2.4.1.2. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA HUECA

Se trata de una unidad de albañilería cuya sección transversal, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, posee un área equivalente que es inferior al 70% del área bruta en ese mismo plano.

2.2.4.1.3. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SOLIDA O MACIZA

Se refiere a una unidad de albañilería cuya sección transversal, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, presenta un área que es igual o superior al 70% del área bruta en ese mismo plano. Estas unidades se caracterizan por no tener huecos evidentes en cantidad o de gran tamaño a simple vista; las áreas de los huecos perpendiculares a la cara de asiento no deben abarcar más del 30% del área total.

2.2.4.2. UNIDADES DE CONCRETO

Las unidades fabricadas en concreto incluyen tanto ladrillos como bloques y pueden presentar estructuras sólidas o huecas. Su producción se realiza mediante técnicas de moldeo asistido por presión o vibración, o mediante la combinación de ambas. Las unidades de concreto se caracterizan por su color natural, que es gris. Un aspecto distintivo de la fabricación de estas unidades es la capacidad de ajustar las mezclas para obtener unidades con diversas resistencias, incluso dentro del mismo tipo de unidad (Gallegos & Casabonne, 2005).

Fig. 11 Unidad de albañilería de concreto liviano.



Fuente: Materiales Comaco, 2020

2.2.4.2.1. TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO

Según la Norma Técnica Peruana (NTP E070, 2006) existen 2 tipos de bloques.

Bloque de concreto Portante (P)

Estos bloques se emplean para muros diseñados y contruidos para resistir cargas verticales y horizontales.

Estas unidades tienen la capacidad de soportar cargas máximas de hasta 50Kg/cm², según la Tabla 1.

Su objetivo principal es transmitir eficientemente las cargas estructurales a través de los muros.

Bloque de concreto no portante (NP)

Estos bloques se emplean para muros diseñados para soportar únicamente su peso y cargas transversales asu plano.

También sirven para construcción tabiques, cerco perimétricos y parapetos, los cuales tienen una resistencia máxima de 20Kg/cm², según la Tabla 1.

La normativa peruana E 070 establece diferentes clases de bloques según su uso y resistencia, como se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 05 Clasificación de bloques de concreto.

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSIÓN (Máxima en %)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 100mm	Hasta 100mm		
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

Fuente: Norma técnica peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006)

2.2.4.2.2. COMPONENTES DEL BLOQUE DE CONCRETO

A continuación, se muestran los materiales y las propiedades de estos para elaborar del bloque de concreto son: arena gruesa, cemento, piedra chancada y el agua.

Fig. 12 Materiales para la elaboración de un bloque de concreto



CEMENTO

El cemento es un aglomerante creado mediante la mezcla de piedra caliza y arcilla. Al pulverizar estos materiales se obtiene el Clinker, producto de la fusión inicial de materiales calcáreos y arcillosos, al ser sometidos a combustión. La adición de yeso transforma el Clinker en cemento (Abanto, 2018).

Existen varios tipos de cemento producidos por las industrias, clasificados según la norma internacional ASTM C 150-07 y ASTM C 595-03:

Tabla 06 Clasificación del Cemento según ASTM C150 Y ASTM C95

Norma	Cemento	Denominación	Usos
ASTM C 150	Tipo I	Cemento portland	No se requieren propiedades específicas del cemento
	Tipo IA	Cemento portland con aire incluido	Como en el caso anterior pero se desea incluir aire en el concreto
	Tipo II	Cemento portland con resistencia moderada a los sulfatos o calor de hidratación moderado	Cuando se desea resistencia moderada a los sulfatos y/o bajo calor de hidratación moderado
	Tipo IIA	Como el anterior pero con aire incluido	Como el anterior donde se desea incluir aire en el concreto
	Tipo III	Cemento de alta resistencia temprana	Cuando se desea alta resistencia en corto tiempo
	Tipo IIIA	Cemento con aire incluido tipo III	Como el anterior pero se desea incluir aire
	Tipo IV	Cemento de bajo calor de hidratación	No disponible en el mercado, se sustituye con cemento con puzolana, o con escoria de alto horno.
	Tipo V	Cemento de alta resistencia a los sulfatos	Se desea alta resistencia a los sulfatos, puede no ser tan efectivo como se ha considerado
ASTM C 595	Tipo IS	Cemento portland de escoria de alto horno	Igual a Tipo I
	Tipo IP y Tipo P	Cemento portland con puzolana	Semejante a Tipos I y II
	Tipo S	Cemento de escoria	Igual a Tipo I
	Tipo I (PM)	Cemento portland modificado con puzolana	Igual a Tipos I, II y IV
	Tipo I (SM)	Cemento portland modificado con escoria de alto horno	Como en el anterior

Fuente: ASTM C150 Y ASTM C95

La puzolana es una sustancia mineral y terrosa, presumiblemente formada por erupciones volcánicas o la descomposición de lavas.

Su estructura es amorfa ya veces vítrea, con minerales cristalizados deformes, además de las puzolanas naturales, también se pueden utilizar puzolanas artificiales como las cenizas volantes, que son residuos de combustión en centrales térmicas. Estas cenizas, al añadirse al cemento portland como aditivo, desarrollan propiedades aglomerantes que individualmente no poseen (Abanto, 2018).

Agua.

Según la descripción de [6], el agua desempeña un papel fundamental en la dosificación, se indica que cumple 2 funciones esenciales: la hidratación del cemento y hacer que la mezcla sea trabajable. Se estima que aproximadamente el 25% al 30% del peso de cemento es necesario en la hidratación, pero esta cantidad no es suficiente para lograr una mezcla manejable. Para obtener una mezcla trabajable, se requiere al menos un 40% de la masa del cemento en forma de agua.

Tabla 07 Concentración máxima en el agua de mezcla combinada [6]

Concentración máxima en el agua de mezcla combinada	Límite	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 SO₄, ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na₂O+0.658 k₂O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50000	ASTM C1603

Agregado.

Las características requeridas mínimas se encuentran en la Norma Técnica Peruana. Según [5], los agregados naturales son los que provienen de realizar la extracción de fuentes naturales como ríos, canteras o yacimientos, como arena, grava, piedra triturada, entre otros.

Clasificación según el tamaño

- Agregado fino tamaño va entre (0,074 – 4,76) mm.
- Agregado grueso tamaño va entre (4,76 – 19,1) mm

Tabla 08 Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas

TAMAÑO (mm)	DENOMINACIÓN MAS COMÚN	CLASIFICACIÓN	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 – 19.10 #4 – 3/4"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19.10 – 50.80 3/4" – 2"	Grava		Material apto para concreto
50.80 – 152.40 2" – 6"	Piedra		Material apto para concreto
>152.40 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Nota. El tamaño de los agregados y su clasificación, adaptado [6]

2.2.4.3. PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

2.2.4.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Absorción:

La absorción del agua en un bloque de concreto se refiere a la cantidad de agua que puede ser absorbida por la pieza cuando se sumerge en agua. Se expresa como un porcentaje del peso seco del bloque y medio de acuerdo con la norma NTP 339.604. Según norma E.070 establece que un bloque de hormigón NP (No Permeable) debe tener una absorción máxima del 15%, significa que el bloque no debe absorber más del 15% de su peso seco cuando se sumerge en agua.

Alabeo:

El alabeo se refiere a las deformaciones superficiales que pueden presentarse en las caras de un bloque de concreto. Estas deformaciones se caracterizan por curvaturas cóncavas o convexas en las superficies del bloque.

Succión:

Se ha comprobado que las unidades con una succión excesiva al momento del asentado no logran establecer, mediante métodos convencionales de construcción, uniones adecuadas con el mortero. Cuando la succión es elevada, el mortero experimenta deformaciones y endurecimiento rápido debido a la rápida pérdida de agua absorbida por la unidad.

Esto dificulta el logro de un contacto completo y estrecho con la cara de la unidad subsiguiente. El resultado es una adherencia deficiente e incompleta, dando como resultado uniones de baja resistencia y permeables al agua (Gallegos & Casabonne, 2005).

Variación dimensional:

La relevancia de esta propiedad radica en que en ocasiones se manifiesta con fluctuaciones más pronunciadas, lo que conlleva la necesidad de aumentar el grosor de la junta de mortero por encima de los niveles estrictamente requeridos para la adhesión, establecidos entre 9 y 12 mm. Esto, a su vez, impacta en la resistencia a la compresión de la albañilería, haciéndola menos robusta (Gallegos & Casabonne, 2005).

Eflorescencia:

La eflorescencia se refiere a la aparición de concentraciones generalmente blanquecinas en la superficie de elementos de construcción como ladrillos, rocas, concretos y arenas, debido a la presencia de sales. Este fenómeno ocurre cuando los materiales de construcción entran en contacto con la humedad y las sales disueltas aumentan por capilaridad hacia la superficie expuesta al aire. A medida que el agua se evapora, las sales se depositan en forma de cristales, creando la eflorescencia.

2.2.4.3.2. PROPIEDADES MECÁNICAS**Resistencia a la compresión (f'_c):**

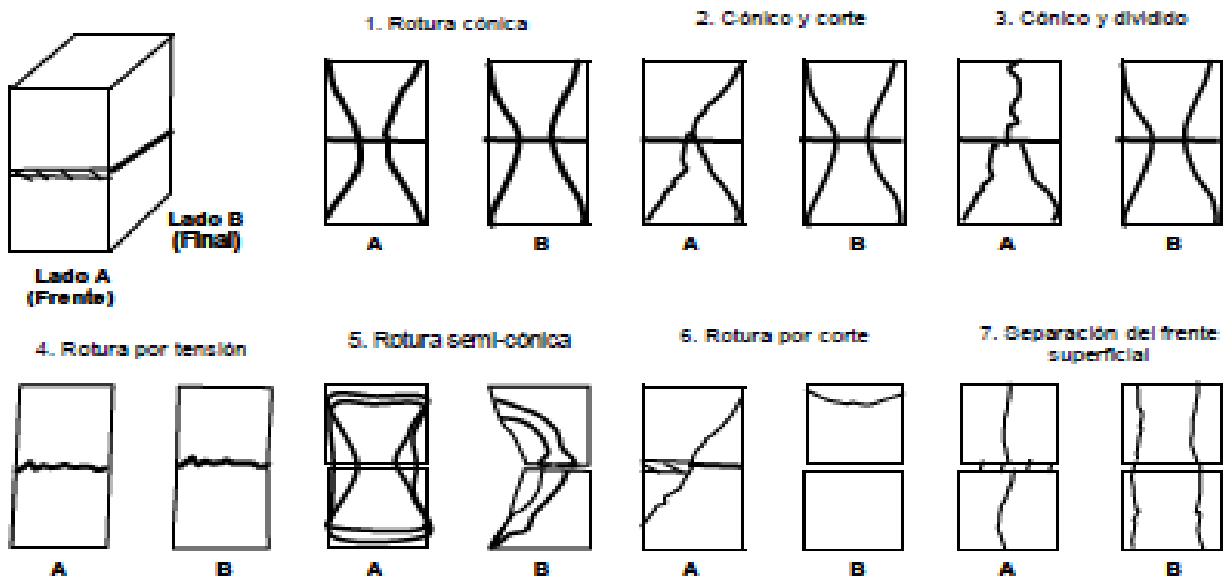
Es la máxima carga de compresión que un bloque de concreto puede soportar antes de experimentar una falla en términos de compresión. Se expresa típicamente en unidades de presión, como megapascuales (MPa), es importante para evaluar la capacidad de carga y la durabilidad de los bloques de concreto en aplicaciones estructurales, ya que proporciona información sobre su capacidad para resistir fuerzas de compresión aplicadas en su dirección axial.

Fig. 13 Bloque de concreto sometido a compresión [6]



Resistencia a la compresión en pilas (f'_m):

Se refiere a la capacidad de una pila de resistir fuerzas de compresión aplicadas a lo largo de su eje longitudinal. Es una medida de la máxima carga de compresión que la pila puede soportar antes de experimentar una falla en términos de compresión, y se determina mediante pruebas de carga en pilas o mediante estimaciones basadas en pruebas de laboratorio y correlaciones empíricas.

Fig. 14 Fortaleza a compresión en pilas de concreto (f'_m) [9]

Resistencia a la compresión en muretes (V'_m):

El [10] se refiere a la capacidad de un murete, aplicadas perpendicularmente a su plano. El ensayo es método sencillo para determinar y calcular la resistencia al corte o

tracción diagonal en muretes, consiste en utilizar muretes de 1m^2 , los cuales se coloca en la prensa de compresión para medir su resistencia.

Tabla 09 Resistencias mínima de albañilería Bloque de concreto en MPa

Designación	Unidad	Pilas	Murete
	f'b	f'm	v'm
Concreto bloque tipo P	4.9	7.3	0.8
	6.4	8.3	0.9
	7.4	9.3	1.0
	8.3	11.8	1.1

2.2.5. FABRICACION DE UNIDADES DE CONCRETO

A. DOSIFICACIÓN:

La dosificación se refiere a la relación entre los componentes de una mezcla para construir una unidad, según Arrieta (2001). Por ejemplo, una dosificación de 1:7 indica el volumen de cemento por cada siete de agregado, que puede ser una combinación de 5:2 o 4:3 de arena y confitillo, respectivamente. Estas combinaciones mantienen la proporción de 60% de arena y 40% de confitillo, que asegura la mayor densidad en la mezcla resultante.

B. MOLDE:

Antes de fabricar los ladrillos, es necesario crear un molde metálico para evitar posibles anomalías y irregularidades en su superficie, de deben cumplir las dimensiones especificadas en la Norma Técnica Peruana 399.601 (2006). Según esta norma, los ladrillos de concreto tendrán dimensiones de diseño de $0.40\text{m} \times 0.20\text{m} \times 0.12\text{m}$ (largo, alto, ancho), las cuales se encuentran dentro de los límites máximos establecidos.

Fig. 15 Molde metálico para bloques de concreto



Fuente: Propia

C. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA:

En esta investigación, se emplea un proceso de mezclado mecánico. Primero, se colocan el agregado fino y el agregado grueso, seguidos por el cemento y se realiza el mezclado en seco. Después de esta etapa, se añaden el agua y las V.A.R al centro de la mezcla y se cubren con los materiales secos de los costados, logrando así una mezcla uniforme.

Fig. 16 Mezclado de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

D. ACONDICIONAMIENTOS PREVIOS:

Se selecciona un sitio que cumple con dos criterios esenciales: debe ser uniforme y limpio, por lo que se cubre con una capa delgada de arena fina para evitar que el ladrillo se adhiera al suelo. Además, el lugar elegido debe proporcionar protección contra la exposición directa al sol y la lluvia.

E. MOLDEADO Y FRAGUADO DE LOS LADRILLOS:

Antes de la fabricación de ladrillos, se aplica una capa de petróleo o el uso de un desmoldeante en el interior del molde para facilitar la extracción de la unidad. La mezcla se añade en capas (dividida en tres partes), compactándola con una varilla de hierro y vibrándola manualmente. Posteriormente, se nivela la superficie y se elimina el exceso de material antes de desmoldar la unidad de concreto en posición vertical.

Una vez producidos, los ladrillos deben colocarse en un lugar protegido del sol, viento y lluvia para permitir su adecuado endurecimiento. Aunque el periodo de fraguado es de 4 a 8 horas según la recomendación de Arrieta y Peñaherrera (2001), es preferible dejar que los ladrillos aguanten durante un día completo.

Después de transcurridas 24 horas desde el moldeo, los ladrillos alcanzan la resistencia necesaria para ser manipulados sin problemas y avanzar a la etapa de curado.

Fig. 17 Fraguado de unidades de albañilería.



Fuente: Propia

F. CURADO:

El proceso de curado de los ladrillos implica mantenerlos húmedos para permitir que la reacción química del cemento continúe, asegurando así una calidad y resistencia óptimas. Es esencial curar los ladrillos de la misma manera que cualquier otro producto de concreto.

La técnica más recomendada consiste en sumergir los ladrillos en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal durante tres días, según la sugerencia de Arrieta y Peñaherrera (2001).

Alternativamente, puede realizarse mediante riegos periódicos con agua durante siete días, asegurándose de humedecer los ladrillos al menos tres veces al día para evitar que se sequen en los bordes, se pueden cubrir con plásticos o costales húmedos para evitar la evaporación del agua, según la recomendación de San Bartolomé (1994).

G. ALMACENAMIENTO Y SECADO:

Una vez completado el proceso de curado, los ladrillos se trasladan a un área designada para su almacenamiento, donde continúan su periodo de secado.

Según la Norma E.070 Albañilería, los ladrillos pueden ser utilizados después de 28 días desde su fabricación. A pesar de su buena resistencia, es crucial manejar y transportar los ladrillos con cuidado. Deben ser manipulados y colocados de forma ordenada para evitar dañar su forma final.

Equipos

Molde metálico: En el experimento descrito en este informe, se empleará un molde metálico de dimensiones 0.39 m x 0.19 m x 0.12 m (largo, alto, ancho) que cuenta con 2 compartimentos. Los moldes metálicos están equipados con un mecanismo de expulsión.

El molde tiene dimensiones ligeramente superiores a los antes mencionadas, lo que facilita el proceso del desmoldeo. Se recomienda realizar una limpieza con un agente desmoldante después de cada uso.

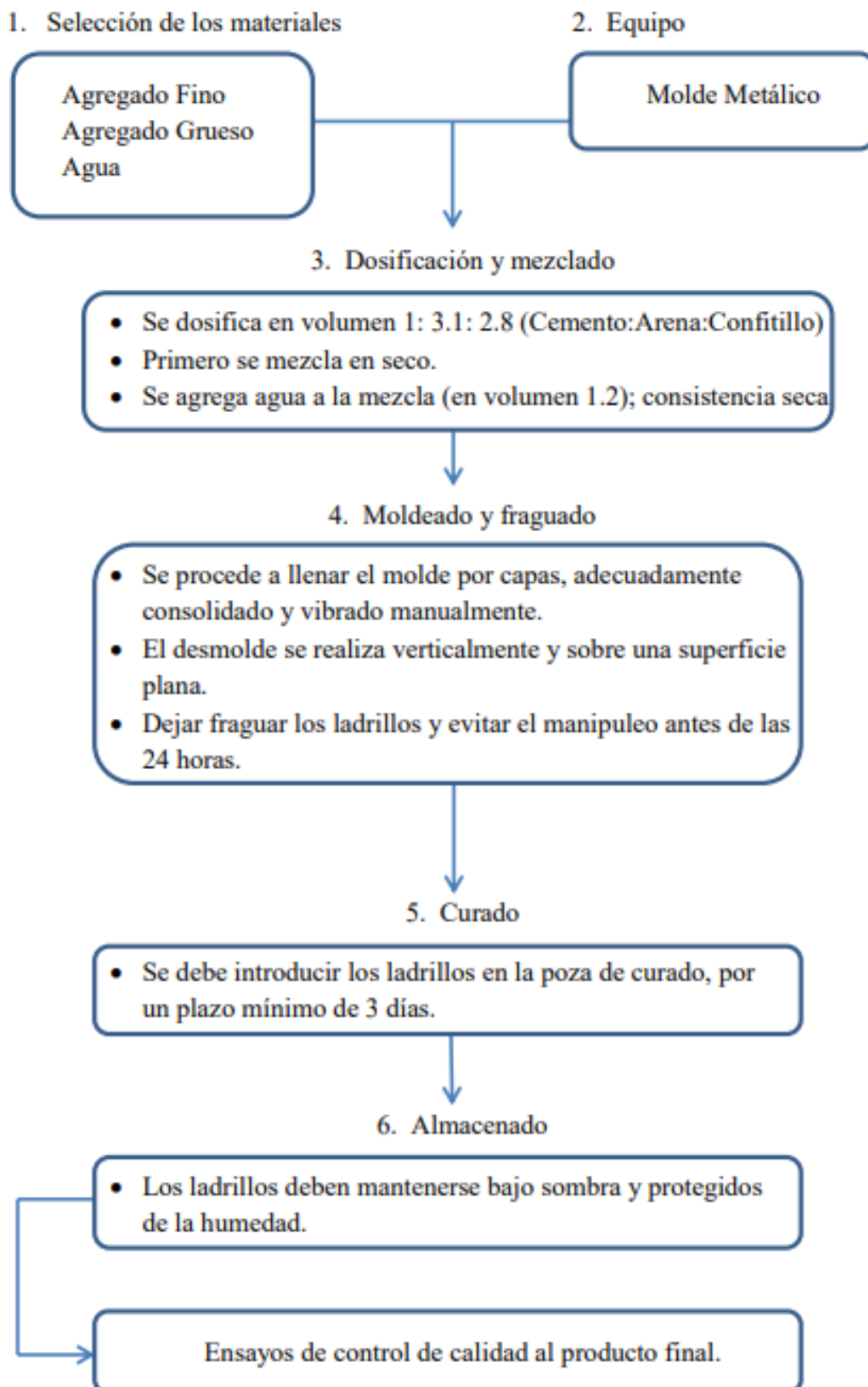
Fig. 18 Molde metálico para bloques de concreto



Fuente: Propia

En la Fig. 18 se ilustra el molde empleado en esta investigación. Es esencial llevar a cabo un mantenimiento regular del molde y evitar dejarlo sin uso, ya que esto podría generar óxido en las uniones. Al hacerlo, se garantiza una utilización más efectiva y una mejor producción.

Fig. 19 Diagrama de producción de ladrillos de concreto



Fuente: Propia

2.2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.2.6.1. ENSAYO DE LOS MATERIALES

2.2.6.1.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.012 y 400.037 Agregados – 2014)

Propiedad que describe el análisis y clasificación de las partículas en diferentes rangos de tamaño, que se puede realizar mediante técnicas de tamizado. Este análisis se expresa en forma de curva granulométrica, donde el eje vertical el % que pasa (escala aritmética) vs el eje horizontal se representa el tamaño de los tamices (escala logarítmica), que muestra la proporción de partículas en cada rango de tamaño. Con este ensayo se determina si existe una homogeneidad de agregados, para ello el agregado deberá tener la gradación según los límites de la tabla 2”.

Tabla 10: Límites permisibles en análisis granulométrico para el agregado fino.

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
Nro. 4	95 a 100
Nro. 8	80 a 100
Nro. 16	50 a 85
Nro. 30	25 a 60
Nro. 50	10 a 30
Nro. 100	2 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, Agregados – 2014)

Modulo de fineza (M.F.)

Es el parámetro adimensional que indica saber que tan fino o grueso es el material. Se obtiene dividiendo el número que se de sumar los porcentajes retenidos acumulados en los siguientes tamices: No.100; No.50; No.30; No.16; No.8; No.4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2"; 3" y de 6", y el módulo de fineza será:

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulado(6''+3''+1\frac{1}{2}''+\frac{3}{4}''+\frac{3}{8}''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100)}{100}$$

En la Tabla 5 el M.F se aprecia las características:

Tabla 11: Clasificación del Agregado fino de acuerdo con el valor del M.F

MODULO 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 [6].

2.2.6.1.2. CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

De acuerdo con [8], la humedad es la cantidad de agua que se encuentra en la superficie de las partículas de agregado en un momento dado. Esta humedad tiene el efecto de aumentar la cantidad de agua en la mezcla de concreto. Por otro lado, la absorción se refiere a la capacidad para absorber agua y llenar los vacíos internos de las partículas.

$$\text{Absorción (\%)} = [(M_h - M_o) / M_o] \times 100$$

Dónde: Absorción (%) es el porcentaje de agua absorbida.

M_h: es el peso húmedo del bloque de concreto después de sumergirlo en agua.

M_o: es el peso seco del bloque de concreto antes de sumergirlo en agua.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = [(M_h - M_s) / M_s] \times 100$$

Dónde: Contenido de humedad (%) es el porcentaje de humedad en el bloque de concreto.

M_h: es el peso húmedo del bloque de concreto.

M_s: es el peso seco del bloque de concreto

2.2.6.1.3. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.017 , Agregados – 2011)

La prueba de peso unitario nos permite determinar el peso suelto por unidad de volumen de material (Kg/m³) tanto en condiciones compactadas como sueltas, esto nos permite determinar el peso por unidad de volumen de material, llenar un recipiente metálico cilíndrico y luego realizar mediciones de peso y volumen sin compactar el material.

2.2.6.1.4. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO

Peso unitario de compactación nos permite determinar el peso del material por unidad de volumen llenando un recipiente metálico cilíndrico entre tres capas y compactando cada capa con una varilla metálica, realizando 25 golpes y luego tomando medidas de peso y volumen.

Para determinar el valor del peso unitario suelto y/o compacto, utilice la siguiente fórmula:

$$PU = \frac{A}{B}$$

Dónde:

- A : Peso del material en el recipiente (kg)
- B : Volumen del recipiente (cm³)

2.2.6.1.5. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.022, Agregados – 2013)

Esta prueba se utiliza para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de una gran cantidad de partículas de agregado y proporciona un valor promedio que es representativo de la muestra. Una característica comúnmente utilizada para calcular el volumen ocupado por el árido en diferentes mezclas que contienen árido, incluido el hormigón de cemento Portland. Según [44], el peso específico de los áridos más utilizados oscila entre 2,6 y 3,00 gr/cm³.

2.2.6.2. ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Los ensayos del bloque se efectuaron de acuerdo a lo especificado por la Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales – INDECOPI (2005) en la norma NTP 399.613, el cual figura en la Norma Técnica Peruana E-070 de albañilería.

Los ensayos de alabeo, variación dimensional, absorción y resistencia a la compresión; se realizarán en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. El procedimiento, y los resultados de cada uno de los ensayos se explicarán a continuación.

2.2.6.2.1. MUESTRO

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería–2005)

Este es el procedimiento de selección de unidades de mampostería para las respectivas pruebas y el muestreo se realizará en la base de obra, cada lote no excederá las 50.000 unidades y se seleccionarán aleatoriamente 10 unidades como muestra. Se probará para detectar cambios dimensionales y deformaciones. Cinco de las unidades se probarán en estado de compresión y las otras cinco unidades se probarán en estado de absorción.

2.2.6.2.2. VARIACIÓN DIMENSIONAL

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.604 y 399.613, Unidades de Albañilería –2005)

Esta característica se obtiene comparando el tamaño real de la unidad con su tamaño planificado de producción. En general, ningún bloque tiene dimensiones perfectas porque existen imperfecciones geométricas en su largo, ancho y alto, afectando así su resistencia. Por este motivo es necesario realizar este trabajo.

Ensayos de bloques de hormigón fabricados. Para cada unidad, se midieron el largo (L), el ancho (A) y el alto (H) en la parte media de cada cara; las dimensiones promedio (largo, ancho, alto) se usaron para calcular los cambios dimensionales.

$$V (\%) = 100 * \frac{(Df - Dp)}{Df}$$

Dónde:

- V : Porcentaje de la variación dimensional.
- Dp : Medida promedio en mm (largo, ancho y alto).
- Df : Medidas de diseño.

La Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006), nos recomienda la siguiente variación dimensional máxima en porcentaje, para bloques no portantes.

Tabla 12: Porcentajes de variación dimensional máximos para unidades de albañilería.

Hasta 100 (mm)	Hasta 150 (mm)	Hasta 150 (mm)
± 7 %	± 8 %	± 4 %

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037.

2.2.6.2.3. ALABEO

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.604 y 399.613, Unidades de Albañilería – 2005)

El ensayo de alabeo nos permite medir cuánto es la distorsión de las superficies de la unidad de albañilería y el tipo de distorsión de la misma. Dado al alabeo presente en las unidades de albañilería que conforman un muro, puede causar que las juntas horizontales presenten vacíos en el ancho longitudinal del muro, y esto conllevaría a una menor adherencia entre el mortero y el ladrillo, lo cual disminuirá la resistencia del muro, para este ensayo las muestras deben ser preparadas eliminando con brocha el polvo adherido en la superficie.

Se tiene dos tipos de distorsiones en la superficie y son:

Superficies Cóncavas: Cuando se trata de medir la distorsión en una superficie cóncava, se posiciona una varilla de borde recto a lo largo de dicha superficie. La distancia más extensa desde la superficie de la unidad de albañilería hasta la varilla de borde recto se selecciona como referencia. Utilizando una cuña de acero, mida esta distancia con una precisión de 1 mm y registre como la distorsión cóncava de la superficie.

Superficies Convexas: Cuando se desee medir la distorsión de una superficie convexa, coloque la unidad de albañilería de manera que la superficie convexa esté en contacto con una superficie plana, asegurando que las esquinas estén aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Se utiliza una cuña metálica para medir con una precisión de 1 mm la distancia desde cada una de las cuatro esquinas hasta la superficie plana. El promedio de estas cuatro medidas se registra como la distorsión convexa de la unidad de albañilería.



Fig. 20 Cuña de acero para la medición del alabeo de unidades de albañilería.

Fuente: (Tesis UNAM).

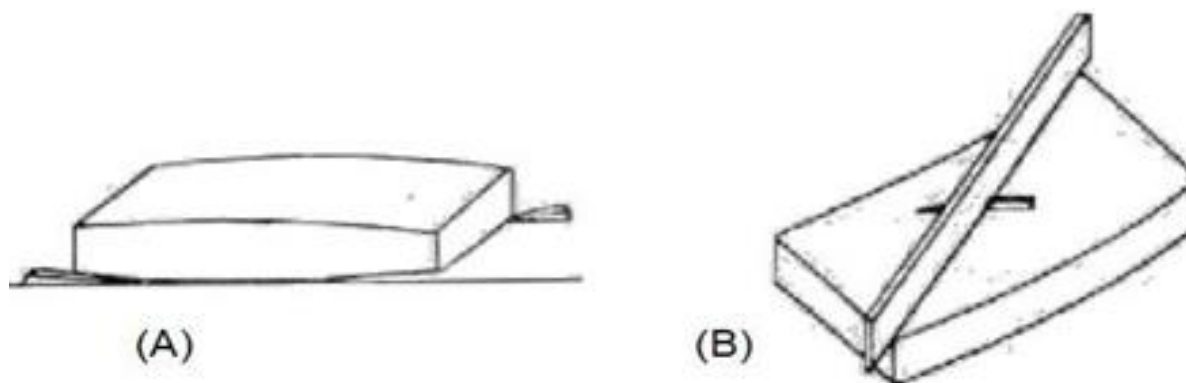


Fig. 21 Medición de unidad de albañilería (A) convexa y (B) cóncava.

Fuente: (Tesis UNAM)

La Norma Técnica Peruana (NTP E070, 2006), recomienda para un bloque portante un alabeo máximo de 4 mm.

2.2.6.2.4. ABSORCIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.604 y 399.613, Unidades de Albañilería –2005)

La absorción se refiere a la capacidad, para absorber agua y llenar los vacíos internos de las partículas. Para su determinación las muestras deben ser pesadas, en estado seco (P_s), posteriormente serán sumergidas en agua limpia (potable o de lluvia) a temperatura entre 15.5 °C y 30 °C, por el tiempo especificado. Al retirar la muestra se limpia el agua superficial con un paño y toma el peso de la unidad de albañilería (P_{sat})”.

El cálculo se realiza con la siguiente fórmula.

$$\text{Absorción \%} = \frac{P_{sat} - P_s}{P_s} * 100$$

Dónde:

P_{sat} . ; Peso saturado de la muestra.

P_s . : Peso seco de la muestra.

La Norma Técnica Peruana (NTP E070, 2006), recomienda para un bloque portante una absorción máxima de 12%.

2.2.6.2.5. SUCCIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería – 2005)

En este trabajo se evalúa la habilidad de una pieza de mampostería para succionar el agua del mortero, cuando la pieza tiene un nivel alto de succión, extrae rápidamente el agua que hay en el mortero, provocando una alteración del mortero antes de que se seque, esto impide una unión completa entre las piezas superior e inferior y resulta en una adherencia débil e incompleta, teniendo así juntas de poca resistencia y permeables al agua.

$$Suc = \frac{(Pm - Ps)}{A}$$

Dónde:

Pm : Peso mojado y secado con paño del ladrillo, (gramos).

A : Área de contacto de la unidad con el agua, (cm²).

Suc : Succión del ladrillo, en gr/200cm² – minuto o simplemente gramos.

Ps : Peso seco del ladrillo, (gramos)”.
”.

La norma técnica peruana (NTP E070, 2006) recomienda que la succión al instante de asentarlas este comprendida entre 10 a 20 gr/200cm² – min.

2.2.6.2.6. RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería –2005)

Este ensayo permite evaluar la carga aplicada sobre una unidad de albañilería, que conduce a su fractura, para luego obtener su resistencia a compresión (f’b).

La resistencia a compresión, expresada en términos de esfuerzo (kg/cm²), representa la capacidad de la unidad de albañilería para resistir una carga por unidad de área.

En el caso de superficies de contacto huecas, se realiza un refrentado con yeso, un procedimiento que implica cubrir una de las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (Gallegos & Casabonne, 2005)

Fig. 22 Refrentado de las muestras para el ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Propia.

Para el cálculo de la resistencia a compresión (f_b) de la unidad se utilizó la fórmula

$$f'b = P/A$$

Dónde:

- $f'b$: Resistencia a compresión de la unidad.
- A : Área del asiento de la unidad en cm^2 .
- P : Carga aplicada en la Pila en kN

Fig. 23 Máquina de compresión para el ensayo de resistencia a la compresión.



Fuente: (Elaboración propia).

La Norma Técnica Peruana (NTP E070, 2006), nos indica que la resistencia a la compresión (f_b), para bloques portantes, debe ser como mínimo 4.9 MPa ó 50 kg/cm^2 .

2.2.6.2.7. COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE LOS BLOQUES (f'_m)

Normatividad: Norma Técnica Peruana (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 28*.

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

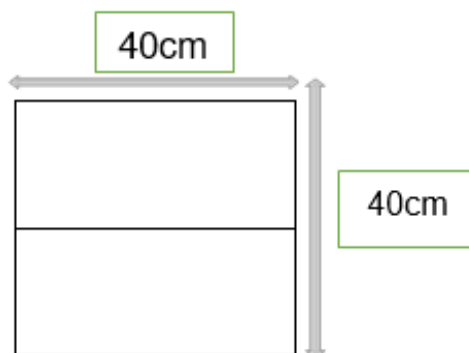


Fig. 24 Dimensiones de las pilas elaboradas Fuente: Elaboración propia

a) 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.

$$f_m = P_{\text{máx}}/A$$

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)

b) Cálculo del Módulo de Elasticidad (E_m)

Para el cálculo del módulo de elasticidad de la pila se usaron las siguientes expresiones según INDECOPI (2013) en la norma NTP 399.605, tal como se muestra en la fórmula:

$$E_m = 700f'_m$$

Donde:

E_m = Módulo de elasticidad (kg/cm²)

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

c) Cálculo del módulo de corte (G_m)

$$G_m = 0.4 * f_m$$

Donde:

G_m = Módulo de corte (kg/cm²)

E_m = Módulo de elasticidad (kg/cm²)

2.2.6.2.8. RESISTENCIA AL CORTE EN LOS MURETES (V_m)

El procedimiento de este ensayo se realizó según INDECOPI (2004) de la NTP 399.621, tal como se indica en la NTP E.070 de Albañilería. Las dimensiones establecidas se muestran en la *Figura 32*.

Características

Las características de los muretes son:

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

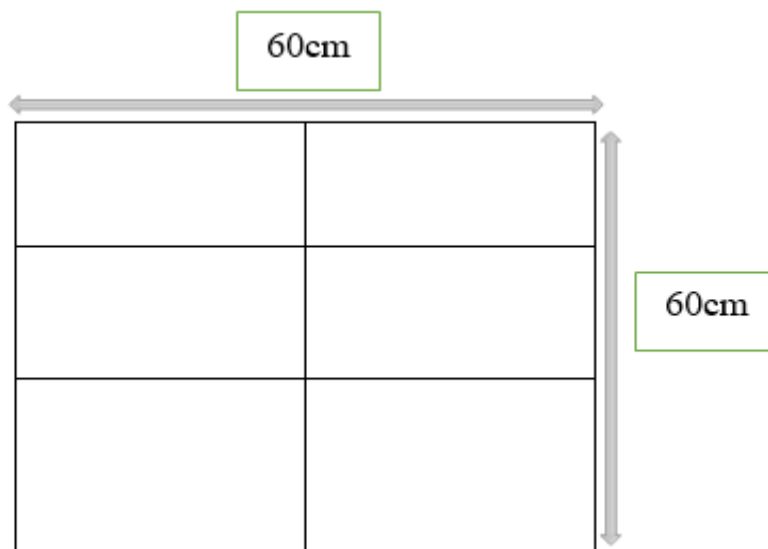


Fig. 25 Dimensiones de los muretes elaboradas

Fuente: Elaboración propia

$$Vm = Pmax/A$$

Donde:

Vm: Resistencia a compresión diagonal en murete (kg/cm²)

Pmax: Carga máxima que resiste el murete (kg)

A: Área de la diagonal del murete (cm²)

$$A = D * t$$

$$D = \sqrt{(L^2 - H^2)}$$

Donde:

D: Dimensión diagonal

L: Largo del murete (cm)

H: Altura del murete (cm)

T: Espesor del murete (cm)

Se determinó la resistencia característica al corte ($V'm$) de los muretes restando el promedio de la resistencia de los ensayos (X) con la desviación estándar de la prueba de acuerdo a la fórmula.

$$Vm = X - O$$

Donde:

Vm: Resistencia característica al corte (kg/cm²)

X: Resistencia promedio al corte (kg/cm²)

O: Desviación estándar (kg/cm²)

2.2.7. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO

Los bloques de albañilería ofrecen diversas ventajas, como su asequibilidad, ligereza, capacidad de proporcionar aislamiento acústico, resistencia al fuego, durabilidad y capacidad para soportar cargas pesadas. Una propiedad mecánica importante es la resistencia a la compresión que está directamente relacionada con la resistencia de una pared, a medida que aumenta está en los bloques, también se incrementa la resistencia de la estructura en su conjunto.

Para producir bloques de concreto, es esencial dosificar la mezcla de forma adecuada, prestando especial atención a la cantidad de agua empleada. Esto se relaciona directamente con lograr una medida de trabajabilidad, como un slump de 0", que indica la cantidad óptima de agua necesaria para la mezcla.

De esta manera, se evita que la mezcla esté demasiado seco, lo que resultaría en bloques frágiles, o demasiado húmedo, lo que podría causar deformaciones en la forma del bloque debido al asentamiento. Otra característica que genera competitividad es la textura o el acabado final. Al utilizar una mayor cantidad de arena fina, se logra obtener un acabado impecable en los bloques, incluso se puede obtener un bloque caravista, lo cual permite construir muros que no requieren enlucido y se reducen costos en esa etapa. Esta ventaja no se encuentra en los ladrillos de arcilla. Para asegurar que los bloques se cumplan con una buena resistencia, un acabado óptimo y uniformidad, es necesario considerar los siguientes aspectos:

- La correcta elección de los agregados.
- Un estudio preciso de la dosificación.
- El diseño apropiado del bloque.
- La ejecución impecable del proceso de mezcla, moldeo y compactación.
- Un adecuado proceso de curado y almacenamiento.

La uniformidad del bloque está determinada por sus dimensiones estándar, existen varios tipos de bloques, todos con la misma altura y longitud: 0,19 m y 0,39 m respectivamente. La diferencia radica en el ancho, que puede ser de 9 cm, 12 cm, 14 cm o 19 cm, cada tipo de bloque cumple una función específica según su aplicación, y todos cuentan con dos alvéolos de 15.5 cm x 6.5 cm \pm 0.3 cm cada uno. Estos alvéolos se alinean verticalmente en las estructuras de albañilería, creando conductos que se utilizan para diversos propósitos

2.2.8. DISEÑO DE MEZCLA PARA LOS BLOQUES DE CONCRETO

Se siguió un diseño de mezcla basado en las pautas establecidas en la norma estadounidense ACI 211.3R-02, titulado "Guía para la selección de proporciones para concreto sin gradual". Se aplicó específicamente el apéndice 5 (APÉNDICE 5- PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE CONCRETO), que describe el método para determinar las proporciones necesarias en la producción de bloques de concreto para albañilería.

Los ingredientes esenciales incluyen cemento, agua y agregados, sin la incorporación de aditivos en este caso. La cantidad de cemento requerida depende del método de fabricación, la calidad del agregado en términos de granulometría, las condiciones de curado y especialmente, el propósito previsto de los bloques. En bloques livianos o de peso medio, el cemento constituye el 10% de la masa total de los agregados en la mezcla.

En el caso de bloques destinados a uso estructural, este porcentaje aumenta al 20% o incluso más, dependiendo de las necesidades específicas. Así, la cantidad de cemento se determina en función de un porcentaje de la masa total de los agregados en la mezcla. En relación con los agregados, se considera como agregado fino aquel material que pasa el tamiz N° 4, mientras que el agregado grueso es el material que pasa el tamiz 3/8" y retiene el N° 4, como se explicó anteriormente.

El diseño incluye el uso de agregado grueso porque, al estar presente en la mezcla, cubre menos área superficial, lo que implica un menor porcentaje de pasta necesario para cubrir esa área específica. Sin embargo, se debe tener cuidado para no utilizar una gran cantidad de agregado grueso, ya que esto podría dar como resultado una textura rugosa en el bloque final, afectando la estética.

La norma utiliza el módulo de fineza como un parámetro físico clave, indicando que un valor óptimo oscila entre 3.5 y 3.7 para una combinación de agregados. Un estudio realizado por Menzel (1934) demostró que un agregado global con un módulo de fineza superior a 3.5 afecta la resistencia a la compresión cuando los agregados provienen de esquistos, un grupo de rocas con propiedades expansivas.

En contraste, para agregados convencionales como arena y grava, un aumento en el módulo de fineza combinado se traduce en un aumento en la resistencia a la compresión de las unidades. Por lo tanto, existe un equilibrio entre la cantidad de material fino y grueso en función de los módulos de fineza de ambos materiales.

La norma recomienda un módulo de fineza combinado de 3.7 para agregados de peso normal, basándose en estudios empíricos que respaldan esta elección. Para calcular las proporciones, la norma proporciona una fórmula (Ec.1) para determinar el porcentaje en volumen de arena con respecto al volumen total de agregados. La cantidad de cemento necesario puede ser el 20% de la suma de los pesos de los agregados (arena y piedra) para fines estructurales. Respecto a la cantidad de agua, esta es variable y depende de la experiencia del fabricante.

La norma ofrece pautas generales: la cantidad de agua es adecuada cuando la mezcla puede formar una esfera sin mostrar superficies húmedas.

Sin embargo, otras experiencias en Perú sugieren que el porcentaje de humedad debe estar entre el 7% y el 9% para obtener una cantidad óptima de agua (Morales, 2013).

En el programa experimental se detallará el método para determinar la cantidad adecuada de agua para la mezcla utilizada en esta investigación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se clasifica como experimental, ya que se realizan manipulaciones de variables con el fin de alcanzar los objetivos específicos establecidos y evaluar el logro del objetivo general. Se trata de una investigación de carácter aplicado, cuyo propósito es adquirir conocimientos innovadores con el fin de optimizar las características mecánicas de los bloques de concreto.

Este estudio adopta un enfoque mixto, que involucra tanto datos cuantitativos como cualitativos. Los datos cuantitativos se recopilan y analizan a través de pruebas y procesamiento de datos. Por otro lado, los datos cualitativos se obtienen al examinar las características de los materiales utilizados y de las virutas generadas en los tornos ubicados en Chiclayo.

La variable independiente: Diseño de bloque de concreto utilizando viruta de acero reciclado. La variable dependiente: Propiedades mecánicas del bloque de concreto.

El enfoque de esta investigación se considera cuasiexperimental, ya que involucra tanto a un grupo de control como muestras experimentales.

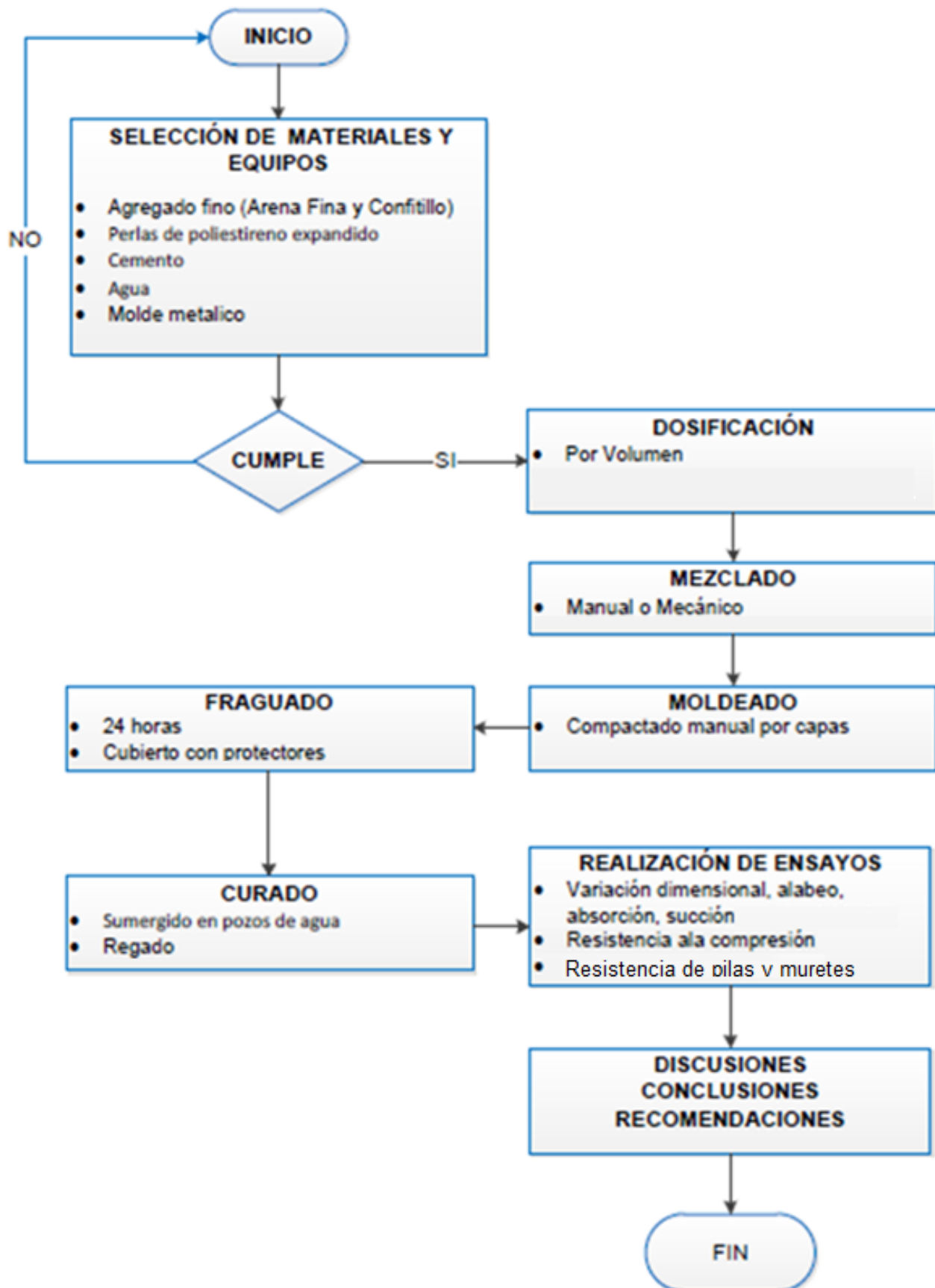
Además, debido a la naturaleza de las virutas de acero, que son un material reciclado con variaciones en espesor y longitud dependiendo del proceso de torneado, no se obtuvo un método de selección de muestras probabilísticas. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis descriptivo exhaustivo de las virutas de acero obtenidas de diversas industrias manufactureras que ofrecen servicios de torneado.

3.2. DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Al momento de realizar los ensayos a las unidades de albañilería y materiales se presentan agentes externos como humedad, temperatura de ambiente, calibración de equipos y otros, los cuales no son cuantificables llevando a considerar la investigación con diseño cuasi Experimental (Hernández Sampieri, 2010).

3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA



3.2.3. HIPÓTESIS

La adición de virutas de acero reciclado mejorara las propiedades mecánicas en los bloques de concreto.

3.2.4. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La investigación se basa en un enfoque cuantitativo, ya que se aplicaron métodos y técnicas para evaluar mediante ensayos la influencia de las virutas de acero en el concreto. De esta manera, se pudo comprobar la hipótesis planteada en el estudio.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

“La población objetivo en esta investigación es el conjunto de unidades de albañilería, que está compuesta por 225 bloques de concreto que tienen 2 alveolos de similares dimensiones, los cuales comparten determinadas características y especificaciones. Además cuales se les agrego virutas de acero reciclado de acuerdo al diseño, elaborados por el tesista en la planta de ladrillos ISIQUI ubicada en la ciudad Eten.

3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

La población abarca a unidades de albañilería de concreto con adición de distintos porcentajes de virutas de acero reciclado. Se determinará la muestra de 45 unidades por cada variación de porcentaje de 0%, 5%, 10%, 15%, 20%.

3.3.2. MUESTRA:

3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La investigación utilizará virutas de acero recolectadas en las industrias de torno de Chiclayo, que se añadirán al concreto para elaborar probetas cilíndricas y bloques de 12x39x19 cm. La muestra constará de 225 bloques de concreto simple, de los cuales 45 no tendrán virutas de acero recicladas y los otros 180 tendrán porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de virutas. Los bloques se someterán a ensayos, siguiendo la NTP 339.034.

3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Se determinará la muestra por cada variación de porcentaje de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, indicadas en la (NTP 399.604, Unidades de Albañilería - 2002), Unidades de Albañilería – 2005, para muestreos y ensayos a las unidades de albañilería.

3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

De acuerdo con (Hernández Sampieri, 2010), “el método a seguir es no probabilístico, puesto que, la muestra y la población coinciden en número es decir, los especímenes no serán seleccionados al azar de un grupo, deberán cumplir con criterios como la adición virutas de acero, las cuales serán añadidas a las unidades de albañilería, en porcentajes de 0%, 5% 10%, 15% y 20%.

3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

La Norma Técnica Peruana (NTP 399.604, Unidades de Albañilería - 2002) recomienda ensayar 3 especímenes como mínimo para los ensayos de resistencia a la compresión, tomando en cuenta esta recomendación se tomará la cantidad de 3 especímenes para cada uno de los ensayos que se realizaran como son alabeo, absorción, succión, variación dimensional, resistencia a la compresión en pilas y muretes unidades de albañilería adicionada con la adición virutas de acero en porcentajes de 0%, 5% 10%, 15% y 20%.

Fig. 26 Dimensiones del bloque propuesto 12cm x39cmx 19cm

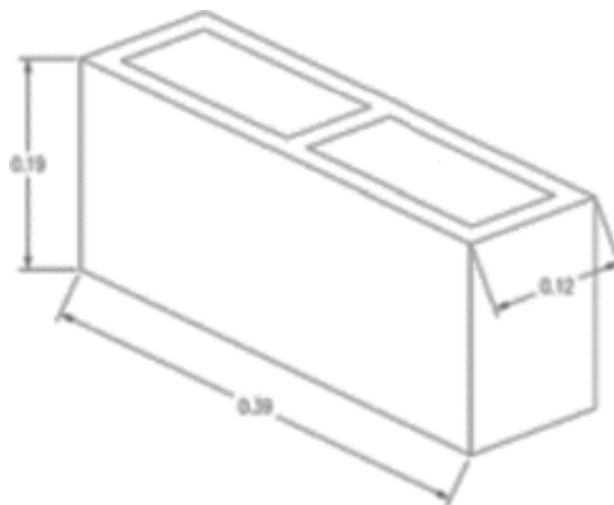


Tabla 13: Cantidad de unidades de albañilería para el ensayo de resistencia a la compresión.

ENSAYOS DE RESITENCIA A LA COMPRESIÓN - BLOQUES PATRÓN Y BLOQUES CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO

EDADES	PATRÓN	5%	10%	15%	20%	SUBTOTAL
7 días	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	12 unidades
14 días	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	12 unidades
28 días	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	3 bloques	12 unidades
TOTAL						36 unidades

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Cantidad de muestras para la realización de ensayos de las unidades de albañilería.

RELACIÓN DE ENSAYOS						
BLOQUES DE CONCRETO CON ADICION DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	ALABEO Y VARIACION DIMENSIONAL	ABSORCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION (f _b)	RESISTENCIA DE PILAS (f _m)	RESISTENCIA A LA COMPRESION MURETES (v'm)	TOTAL DE UNIDADES
0%	10	3	12	6	14	45
5%	10	3	12	6	14	45
10%	10	3	12	6	14	45
15%	10	3	12	6	14	45
20%	10	3	12	6	14	45
						225

3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para la realización de esta investigación, los criterios de evaluación fueron que:

- Las virutas de acero sean provenientes de las industrias de manufacturarias que brindan servicio de torno en la ciudad de Chiclayo, con la finalidad de realizar un análisis descriptivo de las características de estas.
- El cemento utilizado, fuera un cemento anti-salitre, en el cual su uso sea para estructuras en contacto con el ambiente, al igual para suelo húmedos salitrosos que son muy comunes en la ciudad de Chiclayo; por aquella razón se optó por el cemento Pacasmayo MS.
- Los agregados cumplan con la norma NTP 400.012 y que sean provenientes de las canteras de la zona de Chiclayo; por eso se empleó el agregado fino, proveniente de la cantera de la Victoria y el agregado grueso, proveniente de la cantera de tres tomas.

- En la tabla se muestra la normativa peruana que se usaran para estudiar las propiedades de los materiales en la elaboración del bloque de concreto. Este compendio de normas explica la metodología de los ensayos y los criterios para interpretar los resultados obtenidos.

Tabla 15: NTP de los ensayos utilizada para el control de calidad

Ensayos de los elementos que lo componen	Agua	NTP 339.088-1982	HORMIGÓN (Concreto) Agua para morteros y hormigones de cemento portland.	Ensayo de calidad de agua
	Agregados	NTP 400.010	Extracción y preparación de muestra de agregados	Ensayo de extracción y preparación de muestra de agregados
		NTP 400.012-2001	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.	Ensayo de granulometria
		Métodos granulométricos en la aracterización del árido reciclado para su uso en hormigón estructural (Morales, Roldán, Zamorano & Valverde Palacios, 2013)		
		NTP 339.185 NTP 400.022 NTP 399.604	Agregado fino	Peso específico, absorción y contenido de humedad
		NTP 400.021	Agregada Grueso Peso específico, absorción	Contenido de humedad
		NTP 400 017	Agregados	Peso unitario
Ensayos para los bloques	Bloques huecos de concreto	NTP 399.613.2005 NTP 399.604 NTP 339.604	Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	Ensayo de variación dimensional
		NTP 399.613.2005	Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	Ensayo de alabeo
		NTP 399.613.2005 NTP 339.604	Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	Ensayo de absorción
		NTP 399.613.2005 NTP 339.604	Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	Ensayo de resistencia a la compresión (fb)
		NTP 339.604		Elaboración y curado para bloque de muro
		NTP E.070	Albañilería	Ensayos de Calidad
Ensayo de resistencia de prismas de albañilería	Pilas y muretes	NTP 399.163 NTP 399.605.2013	Resistencia de prismas de albañilería	Ensayo de compresión axial de pilas de albañilería.
		NTP 399.621.2004	Resistencia de prismas de albañilería	Ensayo de compresión diagonal de muretes.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	Técnica instrumentos recolección datos:
INDEPENDIENTE	Diseño de bloque de concreto utilizando viruta de acero reciclado	Geometria	Dimensiones, forma, peso	m ³ , kg	Técnica: la observación. Instrumentos: fichas de la norma técnica ASTM C-33, ASTM C-31 Y NTP 339.079:2012
		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión, durabilidad	Kg/cm ²	
		Mezcla de concreto	Proporción de materiales, relación agua-cemento, cantidad de virutas de acero	m ³	
		Propiedades físicas de las virutas de acero	Tamaño, forma, densidad	cm,kg/m ³	
		Propiedades mecánicas de las virutas de acero	Resistencia a la tracción	Kg/cm ²	
		Volumen en % de Viruta de acero 5%, 10%, 15%, 20%	Volumen en % del Agregado Grueso	Volumen en %	
		Tratamiento previo de virutas de acero	Limpieza, clasificación, secado	Limpieza, clasificación,	
DEPENDIENTE	Propiedades Mecánicas del bloque de concreto	Resistencia a la compresión	Pruebas de compresión	Kg/cm ²	
		Resistencia a la flexión	Módulo de Rotura (MR)	Kg/cm ²	
		Durabilidad	Pruebas de resistencia al agua, al desgaste, al congelamiento y descongelamiento	Kg/cm ²	
INTERVINIENTE	Sostenibilidad	Reducción de residuos de acero	Cantidad de virutas de acero reciclado utilizadas, comparación con métodos	kg	
		Análisis económico	Costo por bloque de concreto, análisis de viabilidad	Comparación de costos en soles	
		Reducción de emisiones de CO2	Comparación con métodos convencionales, análisis del ciclo de vida	kg	

3.6. TÉCNICAS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

3.6.1. TÉCNICAS DE RECOPIACION DE DATOS

Para realizar el proyecto de investigación, se utilizarán las siguientes técnicas:

- **Análisis de documentos:**

Se revisaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el tema de estudio.

- **Observación:**

Se examinaron las distintas virutas de acero producidas por las empresas que realizan el uso de torno en Chiclayo, para describir sus características.

- **Experimental:**

Se varió la longitud y el porcentaje de la variable independiente y se evaluaron los efectos en los ensayos de flexión, compresión, tracción y fisuración.

- **Diario de campo:**

Se registraron las observaciones, procedimientos y resultados obtenidos de los ensayos.

- **Análisis de datos de campo:**

Esta técnica implica que los datos obtenidos de la recopilación de campo en tiempo real de resultados de los ensayos hechos en el laboratorio de las propiedades mecánicas, estos datos recopilados pueden ser analizados utilizando técnicas estadísticas y de visualización de datos para identificar patrones o relaciones significativas.

3.6.2. FUENTES

- Norma Técnica Peruana (NTP)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Reglamento nacional de edificaciones (E 0.70)

3.6.3. PROGRAMAS PARA EL PROCESO DE DATOS

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft Power Point

3.7. INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

3.7.1. INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Análisis de documentos.

Para recopilar información bibliográfica, se utilizarán diversos recursos como revistas, libros y tesis relacionados con el tema de investigación. Esto permitirá obtener detalles sobre las características de los bloques de concreto tipo P. Además, se explorarán las normativas peruanas que regulan la albañilería y los ensayos de materiales para obtener información relevante.

Guías de observación

Se consideran las fichas de observación, fichas técnicas del Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental de la USAT, el Laboratorio Lems W&C y ensayo de materiales.

- ✓ Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino. ASTM C33
- ✓ Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso. ASTM C33
- ✓ Ensayo: Peso unitario del agregado fino. ASTM C29
- ✓ Ensayo: Peso específico del agregado fino. ASTM C29
- ✓ Ensayo: Contenido de humedad del agregado fino. ASTM C566
- ✓ Ensayo: Contenido de humedad del agregado grueso. ASTM C566
- ✓ Ensayo: Peso unitario del agregado grueso. ASTM C29
- ✓ Ensayo: Peso específico y absorción del agregado fino. ASTM C128
- ✓ Ensayo: Peso específico y absorción del agregado grueso. ASTM C127
- ✓ Ensayo: Resistencia a la compresión y absorción de unidades de albañilería. NTP
- ✓ Ensayo: Resistencia en compresión de pilas. NTP 339.605
- ✓ Ensayo: Resistencia a la compresión diagonal en muretes NTP 399.621
- ✓ Ensayo: Análisis de propiedades físicas del bloque de concreto: succión NTP 339.613
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones, Apartado de E.070 – Albañilería

3.7.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE LABORATORIO

- Regla metálica
- Calibrador pie de rey o Vernier
- Brocha
- Serie de tamices
- Cepillo metálico
- Balanza de precisión
- Recipiente metálico
- Equipo de compresión axial
- Cuña de madera milimetrada
- Espátula
- Bandejas
- Carretilla
- Lentes de seguridad
- Recipiente de vidrio de 1.5 lts.
- Cronometro
- Horno eléctrico
- Guantes de seguridad
- Molde de metal para bloque de 40 cm x 12 cm x 20 cm
- Multímetro

3.8. PROCEDIMIENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

En una primera etapa, se llevó a cabo la recopilación y el análisis descriptivo de las características de las virutas generadas en empresas de fabricación que ofrecen servicios de torno. Seguidamente, se llevó a cabo un ensayo granulométrico de los agregados para asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma NTP 400.012.



Fig. 27 Obtención y dimensiones de las virutas de acero reciclado

Una vez identificados los agregados adecuados, se realizaron diversos ensayos,

incluyendo peso unitario suelto seco, peso unitario suelto húmedo, humedad, absorción y peso específico. Estos ensayos se realizaron a cabo con el propósito de diseñar una mezcla con una relación agua - cemento de 0.5 y un asentamiento de 3".

Posteriormente, las virutas se cortaron en longitudes de 2, 3, 4 y 5 cm, con el objetivo de añadir al concreto porcentaje del 5%, 10%, 15% y 20% del peso del agregado grueso. Estas longitudes se seleccionan para ajustarse al rango de una fibra, que generalmente varía de 2 a 5 cm. La mezcla se utilizó para fabricar ladrillos de concreto de dimensiones 40x20x12 cm.

Se realizaron a cabo ensayos de compresión axial, así como pruebas en pilas y muretes para determinar el porcentaje óptimo de incorporación de las virutas. Se realizaron vertidos de virutas de acero reciclado con diferentes proporciones (5%, 10%, 15% y 20%), identificando finalmente el porcentaje óptimo.

En paralelo, se buscó el diseño de mezcla óptimo para lograr una resistencia de 50 Kg/cm², obteniendo así la dosificación patrón. Con el objetivo de comparar las diferentes adiciones de concreto, se elaboró un cuadro comparativo que destacará las distintas mejoras mencionadas en el material.

3.8.1. ENSAYO A LOS COMPONENTES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.8.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.012 y 400.037, Agregados 2014)

Materiales y Equipos.

- Muestra de agregado fino y grueso
- Balanza de precisión
- Bandejas
- Cepillo metálico
- Serie de tamices (No 3/8, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200, fondo)
- Recipiente metálico

Procedimiento.

- En el caso de ensayar el agregado grueso, es necesario verter el material en forma cónica de manera uniforme para realizar un cuarteo y elegir la muestra más representativa. En caso contrario, si no se está llevando a cabo el ensayo del agregado grueso, simplemente se selecciona la muestra.
- A continuación, dejamos que la muestra se seque.
- Procedemos a pesar una cantidad precisa de agregado según lo estipulado por la normativa. En el caso del agregado fino, la cantidad mínima es de 500 gramos, mientras que para el agregado grueso, la norma proporciona las cantidades a través de tablas. Calculamos también el porcentaje de pérdida para verificar si está dentro de los límites establecidos.
- Hacemos pasar el agregado a través de los tamices establecidos según el material analizado y la normativa correspondiente.



Fig. 28 Procedimiento para el tamizado del agregado fino.

Fuente: Propia

- Cuantificamos en la balanza la cantidad de muestra retenida por cada tamiz, obteniendo así el peso retenido.



Fig. 29 Cuantificación del agregado fino retenido en los tamices.

Fuente: Propia

- Luego, completamos tablas que nos permitirán construir la curva granulométrica. Es importante destacar que estas gráficas pueden compararse según la norma ASTM C-136, que establece los porcentajes retenidos requeridos para cada tipo de agregado. La NTP 400.012 toma como referencia esta norma.

3.8.1.2. ENSAYO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.012 y 400.037, Agregados 2014).

La determinación precisa del contenido de agua en el agregado desempeña un papel crucial en el diseño de la mezcla y afecta las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Controlar este contenido es esencial, ya que los agregados saturados y superficialmente secos no pueden absorber ni liberar agua durante la mezcla.

En resumen, un agregado parcialmente seco disminuirá la cantidad de agua en la mezcla, mientras que uno mojado o superficialmente húmedo resultará en un exceso de agua en el concreto. Este ensayo es fundamental para ajustar con precisión el contenido de agua, sumándolo o restando de la cantidad efectiva durante la mezcla, evitando así problemas potenciales como el asentamiento plástico.

Materiales y Equipos.

- Balanza
- Horno
- Recipiente
- Agregado fino o grueso

Procedimiento:

- En primer lugar, se pesará una muestra de 500 gr del agregado en su estado natural.
- Después, se colocará en un recipiente la muestra a analizar.
- Luego, se pesará la tara y se colocará en el horno a una temperatura de $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durante 24 horas.
- Posteriormente se saca la muestra del horno y se pesa nuevamente.
- Finalmente se determinará el contenido de humedad mediante la siguiente formula:

$$P = ((W - D) \times 100) / D$$

Siendo:

P= Contenido de Humedad (%)

W: Masa inicial de la muestra (gr)

D: Masa de la muestra seca (gr)

3.8.1.3. ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.017, Agregados 2011).

Equipos y Materiales.

- Muestra de agregado fino
- Brocha
- Bandejas
- Cucharon para llenar el recipiente
- Balanza de precisión
- Varilla compactadora de acero de (5/8") con una longitud aproximada de 600mm
- Recipiente de medida, metálico y cilíndrico
- Vernier
- Regla metálica

a) Determinación del peso unitario suelto.

Procedimiento

- Inicialmente, es necesario medir la masa del molde vacío.
- A continuación, se coloca el agregado en el molde dejándolo caer desde una altura aproximada de 5 cm, asegurándose de que el agregado alcance el nivel del borde del molde.



Fig. 29 Procedimiento para el ensayo de peso unitario del agregado.

Fuente: Propia.

- La porción sobrante debe nivelarse utilizando una varilla lisa y luego limpiarse con una brocha para eliminar cualquier exceso de agregado fuera del molde.
- Finalmente, se procede a pesar el agregado junto con el molde. Es importante destacar que se recomienda repetir este procedimiento tres veces para obtener valores más precisos.



Fig. 30: Recolección de datos del ensayo de peso unitario del agregado.

Fuente: Propia

Cálculo:

- Para determinar el peso volumétrico suelto seco de los agregados, se comienza restando el peso inicial del molde con la muestra del peso del molde solo, obteniendo así el peso específico de la muestra.
- Luego, este peso de la muestra se divide por el volumen del molde, obteniendo de esta manera el peso volumétrico suelto.

b) Determinación del peso unitario compactado del agregado.

Procedimiento

- En primera instancia, es esencial determinar la masa del molde sin contenido.
- Se procede a llenar 1/3 de la altura del molde con el agregado, compactándolo mediante 25 golpes con la varilla, evitando impactar en el fondo.



Fig. 31 Llenado del molde con cucharon del Agregado Grueso hasta 1/3

Fuente: Propia

- Se repite el paso anterior, llenando ahora 2/3 de la altura, para luego llenar completamente el molde.



Fig. 32 Compactación por varillado por capas del Agregado Grueso

Fuente: Propia

- La porción excedente se nivela con la varilla lisa y se elimina el agregado sobrante fuera del molde utilizando una brocha.



Fig. 33 Enrazado del agregado en el ensayo de peso unitario compactado.

Fuente: Propia

- Finalmente, se realiza la medición del peso del agregado junto con el molde. Se subraya la recomendación de repetir este procedimiento tres veces para obtener valores más precisos.

Calculo:

- En primer lugar, se resta el peso inicial del molde con la muestra del peso del molde solo, obteniendo así el peso específico de la muestra.
- Finalmente, este peso de la muestra se divide entre el volumen del molde obteniendo de esta manera el peso volumétrico compactado.

3.8.1.4. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 400.017, Agregados 2011).

El peso específico se define como la relación entre la masa de un volumen unitario de material a una temperatura constante en el aire y la masa de un volumen igual de agua destilada sin gas. En términos simples, representa la relación entre el peso y el volumen de un material sólido. Es importante destacar que un peso específico bajo generalmente indica que el material es

absorbente o débil. Según las normas para agregados en el diseño de mezcla de concreto, se recomienda que el peso específico esté en el rango de 2.40 a 2.8 gr/cm³.

Equipo y Materiales.

- Muestra de agregado fino o grueso
- Bandejas
- Horno
- Cono de absorción
- Matras de 500 cm³ (si el agregado a ensayar es el fino)
- Canastilla (si el agregado a ensayar es el grueso)
- Balanza de precisión sensible a 0,1 gr o menos

Procedimiento.

a) Procedimiento para el agregado fino.

- Se inicia pesando una muestra de 2 kg, la cual se coloca en un recipiente y se le agrega agua, dejándola reposar durante 24 horas.
- Después, se retira el agua y se extiende el agregado en un papel, preferiblemente de cemento, exponiéndolo a la luz solar y a la corriente de aire para su secado.
- Una vez seco, se coloca el material en una bandeja y se vierte en el cono de absorción en tres partes iguales, aplicando 25 golpes en cada capa con el pilón. Si al retirar el cono queda un asentamiento del agregado de $\frac{3}{4}$ partes, se considera que la muestra está saturada superficialmente seca; de lo contrario, indica que la muestra aún está húmeda.
- Se toma una muestra de 500 g del material saturado superficialmente seco y se pesa también el matraz.
- Se coloca el agregado en el matraz y se agrega agua destilada hasta alcanzar los 400 cm³. En caso de burbujas, se agita suavemente en forma circular para eliminar los vacíos y se deja reposar durante 24 horas.
- Luego se retira el agua destilada del matraz, dejando únicamente el agregado fino.
- Finalmente, se pesa el agregado sobrante en el matraz y se somete al horno a 110 °C ± 5° durante 24 horas. Para calcular el peso específico, se utiliza la fórmula siguiente:

$$Pe = P / (V - V_0)$$

Siendo:

Pe= Contenido Específico de la masa

P = Peso en gramos de la muestra seca en el horno

V = Peso de volumen, frasco volumétrico

Vo = Peso de volumen del agua añadida al frasco.

b) Procedimiento para el agregado grueso

- Inicialmente, la muestra se lava para eliminar el polvo y se sumerge en agua durante 24 horas.
- Después de retirar la muestra del recipiente, se elimina el agua de la superficie del agregado grueso con una toalla, logrando que la muestra quede saturada y superficialmente seca.
- La muestra se pesa y se coloca en una canastilla con aberturas, determinando su peso sumergido en agua a temperatura ambiente.
- Finalmente, la muestra se coloca en el horno a 105 °C durante 24 horas y se vuelve a pesar. El peso específico se calcula utilizando la fórmula previamente mencionada.

$$Pe = P / (P_{ss} - P_{sw})$$

Siendo:

Pe= Contenido Específico de la masa

P= Peso en gramos de la muestra seca

P_{ss}= Peso en gramos de la muestra saturada interiormente y seca superficialmente

P_{sw}= Peso de la muestra sumergida en agua

3.8.2. PROCESO DE FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

El primer paso fue consultar fuentes bibliográficas y aprender de las experiencias de las plantas que fabrican unidades de albañilería de concreto de manera artesanal en la ciudad del Chiclayo, en relación al proceso de fabricación. Se encargó la elaboración del molde metálico de la unidad de albañilería, siguiendo las características propuestas en la investigación:

Largo : 40 cm

Ancho : 12 cm

Altura : 20 cm

3.8.2.1. DISEÑO DE MEZCLA.

En el estudio de investigación “Fabricación de bloques de concreto con bloquetera semi hidráulica” del Dr. Ing. Javier Arrieta Freyre, se recomienda una dosificación de 1:7, que significa proporcionamiento en volumen del cemento y agregado fino. Esta dosificación es equivalente a utilizar 1:5:2 (cemento: arena: confitillo) o 1:4:3 (cemento: arena: confitillo), ya que ambas cumplen la proporción establecida. Es más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a las unidades de albañilería una mejor textura.

Además, se tomaron en cuenta los ensayos realizados de agregado fino (arena y confitillo) y la utilización del método gráfico en la combinación de agregados. Se utilizó la dosificación 1:2.74:2.33 (cemento: arena: confitillo).

Después de tener la dosificación para la mezcla, se procedió a realizar el cálculo de materiales para la cantidad de muestra requerida. Finalmente, se continuó con la adquisición de materiales para la elaboración de bloques de concreto.

- Arena fina : Cantera La Victoria-Pátapo.
- Confitillo : Cantera Tres Tomas-Ferreñafe.
- Cemento : Portland tipo I
- Virutaas de Acerp reciclado : 2 a 5 mm



Fig. 34 Dosificación de los materiales para fabricación de unidades de albañilería

Fuente: Propia

3.8.2.2. ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Para la elaboración de las unidades de albañilería se realizaron los siguientes procedimientos:

- Limpieza de la máquina bloquetera tipo milano m-1 eléctrico y del molde con material desmoldante (petróleo).



Fig. 35: MÁQUINA BLOQUETERA TIPO MILANO M-1 ELÉCTRICO de sistema VIBRO –
COMPRIMIDO

Fuente: Propia

- Mezclado de agregados y cemento de acuerdo a la dosificación 1: 2.74: 2.33 (cemento, arena, confitillo), para la medición de estos porcentajes se tomó un recipiente de 20 litros (0.02 m³) y se adicione las virutas de acero recicladas en porcentaje de 0%, 10%, 15%, 20% y 50% en función al volumen del agregado grueso, la mezcla debe tener una consistencia semi-seca, es decir, que no se desmorone ni se pegue a las manos.



Fig. 36: Mezcladora de BATEA diámetros 1.30 x 0.60 m x 0.75 Marca Ba9, con los materiales para la elaboración de los bloques de concreto

Fuente: Propia

- Después del mezclado de materiales se adiciono el agua (potable) de acuerdo a la trabajabilidad de la mezcla.



Fig. 37: Adicionamiento del agua de acuerdo al diseño de mezcla

- Accionamiento de la máquina bloquetera, que es un equipo eléctrico que tiene un sistema de vibración y compresión que permite darles mayor densidad y resistencia a los bloques. La máquina bloquetera se activa mediante un botón o una palanca, y ejerce una fuerza de hasta 2 toneladas sobre el molde con la mezcla de concreto.

- Colocación de la mezcla en el molde de la máquina bloquera, que es una estructura metálica con cavidades que tienen la forma y el tamaño de los bloques que se van a producir. El molde se llena con la mezcla de concreto, presionando y compactando con una pala o una regla para eliminar el aire y los huecos.



Fig. 38: Llenado con mezcla de concreto con una pala para la elaboración de los bloques



Fig. 39: Nivelación con la mano para llenar todo los espacios del molde



Fig. 40: Compactando y Vibrado de la mezcla de concreto para la elaboración de los bloques

- Se desmoldo el espécimen de manera cuidadosa para no dañar las caras laterales del bloque.



Fig. 41: Desmoldado de los bloques de concreto



Fig. 42: Desmoldado de los bloques de concreto

- Se traslada y se cubrió con plásticos por 24 horas.

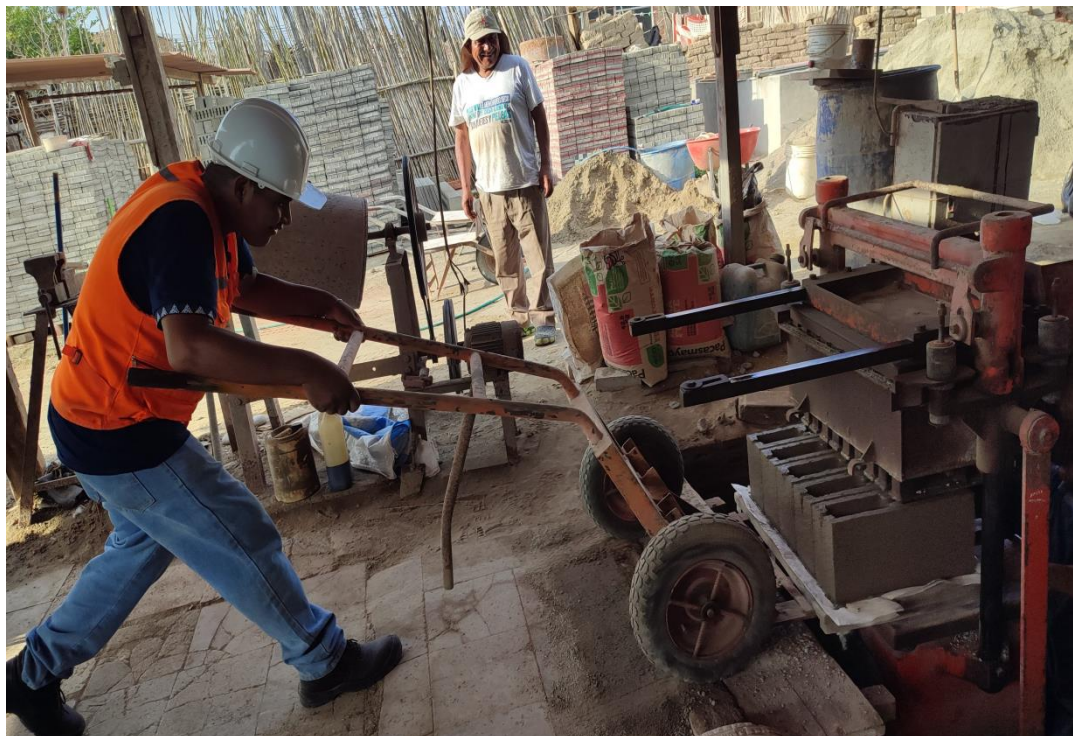


Fig. 43: Traslado de los bloques de concreto



Fig. 44: Colocación de bloques de concreto para luego ser cubierto con plástico durante 24 horas

- Después de las 24 horas, se sumergió los bloques a pozos con agua para el curado durante 7 días

3.8.3. ENSAYOS A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.8.3.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613 y 399.604, Unidades de Albañilería - 2005)

Equipo y Materiales.

- Regla de acero de 30cm, con divisiones de 1mm.
- 6 unidades por cada dosificación.

Procedimiento.

Se procedió a medir el ancho a través de los extremos en ambas caras, calculando posteriormente el ancho promedio. Se repitió el ensayo midiendo la altura y el largo a través de ambas caras y ambos extremos, obteniendo los promedios respectivos.



Fig. 45 Toma de datos en el ensayo de variación dimensional.

Fuente: Propia

Recopilación de datos.

Tabla 16: Datos del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero.

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	395.00	119.35	193.55
02		397.50	119.20	192.35
03		398.50	119.05	194.45
04		390.00	119.45	193.20
05		393.50	118.90	191.55
06		391.50	119.75	196.45
07		389.50	119.30	192.35
08		398.50	119.50	194.55
09		390.00	118.95	193.55
10		394.50	119.10	192.50

Tabla 17: Datos del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado.

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	397.35	119.25	192.55
02		396.55	117.20	193.50
03		395.25	118.35	191.35
04		390.25	116.45	192.75
05		392.15	117.75	194.65
06		397.25	119.15	198.15
07		396.15	117.45	197.50
08		394.25	117.50	195.65
09		392.35	116.95	196.25
10		393.55	118.25	191.50

Tabla 18: Datos del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado.

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	398.50	119.50	198.00
02		397.00	118.00	197.50
03		395.50	116.50	195.00
04		394.00	115.00	196.50
05		392.50	113.50	191.50
06		391.00	112.00	192.00
07		393.00	115.50	195.50
08		399.50	114.00	194.00
09		394.50	117.00	193.50
10		396.00	114.50	191.50

Tabla 19: Datos del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado.

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	398.50	119.00	194.50
02		396.50	117.50	198.50
03		395.00	116.00	197.50
04		390.50	114.50	195.00
05		392.50	113.00	191.50
06		394.00	111.50	197.00
07		396.50	114.00	197.50
08		392.00	113.50	195.00
09		394.50	116.50	196.00
10		391.50	114.50	193.50

Tabla 20: Datos del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado.

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	397.50	119.50	192.50
02		396.50	117.50	193.50
03		395.00	118.50	191.00
04		398.50	116.50	192.50
05		392.50	117.50	194.50
06		389.00	119.50	197.00
07		396.50	115.50	197.50
08		397.50	117.00	195.00
09		391.50	119.50	196.50
10		393.50	114.50	193.50

3.8.3.2. ENSAYO DE ALABEO.

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613 y 399.604, Unidades de Albañilería - 2005).

Equipos y Materiales.

- Regla metálica de 50 cm
- Cuña graduada
- 10 unidades por cada dosificación.

Procedimiento.

- Se comenzó con la identificación de las muestras a estudiar, colocando nomenclatura, para ser identificadas.



Fig. 46 Identificación de las muestras para ensayo de alabeo.

Fuente: Propia

- Para el procedimiento del ensayo consideraremos la identificación de las superficies cóncavas y convexas. Comenzando a colocar la regla metálica a lo largo de la superficie donde se medirá.
- Una vez identificada el tipo de distorsión en la superficie, se procede a la medición ya sea en caso de ser cóncava o convexa.

Recopilación de datos.

Tabla 21: Datos del ensayo de alabeo de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero

ALABEO EN LADRILLOS				
MUESTRA	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
A - 1	0.50	2.10	0.50	0.00
A - 2	0.20	1.80	0.00	0.50
A - 3	0.60	0.50	1.00	0.00
A - 4	0.00	2.50	0.70	0.00
A - 5	0.30	2.00	1.70	1.00
A - 6	0.00	3.00	2.70	2.00
A - 7	0.40	2.10	1.00	2.50
A - 8	0.60	0.00	3.70	0.00
A - 9	0.00	3.00	0.70	0.00
A - 10	0.90	0.40	0.00	1.50
PROMEDIO	0.35	1.74	1.20	0.75
D. EST. (%)	0.31	1.08	1.19	0.95
CV		61.91%		126.69%

Tabla 22: Datos del ensayo de alabeo de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero

ALABEO EN LADRILLOS				
MUESTRA	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
B - 1	0.00	2.10	0.50	0.00
B - 2	2.10	0.00	0.00	0.50
B - 3	0.60	0.00	1.00	0.00
B - 4	0.00	3.00	0.00	0.70
B - 5	0.90	0.40	0.00	0.50
B - 6	0.00	2.10	1.00	0.00
B - 7	0.90	1.70	0.70	0.00
B - 8	0.00	3.00	1.50	0.00
B - 9	2.90	0.20	0.90	0.20
B - 10	0.80	0.30	0.00	1.50
PROMEDIO	0.82	1.28	0.56	0.34
D. EST. (%)	0.98	1.23	0.54	0.49
CV		96.09%		142.88%

Tabla 23: Datos del ensayo de alabeo de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
C - 1	0.30	2.20	0.90	0.20
C - 2	0.40	1.70	0.00	0.50
C - 3	0.20	0.40	1.00	0.00
C - 4	2.60	0.00	0.70	0.20
C - 5	0.00	1.80	1.30	1.00
C - 6	0.30	2.50	2.10	0.00
C - 7	0.40	1.70	1.00	0.20
C - 8	0.50	0.50	0.90	0.40
C - 9	2.90	0.40	0.70	0.00
C - 10	0.70	0.20	0.00	1.50
PROMEDIO	0.83	1.14	0.86	0.40
D. EST. (%)	1.03	0.93	0.61	0.49
CV		81.26%		123.04%

Tabla 24: Datos del ensayo de alabeo de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
D - 1	2.20	0.20	2.00	0.20
D - 2	1.70	0.50	0.00	2.10
D - 3	0.40	0.00	1.00	0.00
D - 4	0.00	0.20	0.70	0.20
D - 5	1.80	1.00	1.30	1.00
D - 6	2.50	0.00	0.00	2.10
D - 7	1.70	0.20	1.00	0.20
D - 8	0.50	0.40	0.90	0.40
D - 9	0.40	0.00	0.70	0.00
D - 10	0.20	1.30	1.50	0.70
PROMEDIO	1.14	0.38	0.91	0.69
D. EST. (%)	0.93	0.44	0.62	0.80
CV		116.90%		116.63%

Tabla 25: Datos del ensayo de alabeo de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific. MUESTRA	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
E - 1	0.30	2.20	0.90	0.30
E - 2	0.40	1.70	0.00	0.40
E - 3	0.20	0.40	1.00	0.20
E - 4	0.00	2.30	0.70	2.60
E - 5	0.00	1.80	1.30	0.00
E - 6	2.50	0.20	0.00	0.80
E - 7	0.40	1.70	1.00	0.50
E - 8	0.50	0.50	0.20	2.90
E - 9	2.90	0.40	0.70	0.00
E - 10	0.70	0.20	0.00	1.50
PROMEDIO	0.79	1.14	0.58	0.92
D. EST. (%)	1.03	0.87	0.49	1.06
CV		76.27%		115.35%

3.8.3.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.604 y 399.613, Unidades de Albañilería - 2005).

Equipos y Materiales.

- Balanza con capacidad superior a 16000 gr. y aproximación de 0.5 gr.
- Horno para secado
- Recipiente
- Agua
- 3 unidades por cada dosificación.

Procedimiento.

- Se comenzó con la identificación de las muestras a estudiar, colocando una Identificación a cada unidad.
- Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C por un periodo de 24 horas, para que estén completamente secas.

- Se pesaron las unidades después de haberse enfriado en aproximadamente 3 horas.
- Una vez tomadas las mediciones de peso, se procedió a sumergirlas en agua en un periodo de 24 horas.



Fig. 47 Muestras sumergidas en agua, para el ensayo de Absorción de unidades de albañilería.

Fuente: Propia

- Luego de este tiempo se vuelven a pesar, secando la superficie de las muestras con un paño, registrando los datos en las fichas correspondientes.



Fig.48 Toma de pesos, para el ensayo de Absorción de unidades de albañilería.

Fuente: Propia

Recopilación de datos.

Tabla 26: Datos del ensayo de absorción de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero reciclado

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
A - 01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	12430	11380	9.2
A - 02		12456	11370	9.6
A - 03		13266	12120	9.5
		Promedio (%)		9.4

Tabla 27: Datos del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
B - 01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	13424	12370	8.5
B - 02		13418	12390	8.3
B - 03		12506	11570	8.1
		Promedio (%)		8.3

Tabla 28: Datos del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
C - 01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	12676	11710	8.2
C - 02		12930	11890	8.7
C - 03		12710	11820	7.5
		Promedio (%)		8.2

Tabla 29: Datos del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
D - 01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	14000	12850	8.9
D - 02		13400	12204	9.8
D - 03		13310	12150	9.5
		Promedio (%)		9.4

Tabla 30: Datos del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
E - 01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	12780	11676	9.5
E - 02		13418	12228	9.7
E - 03		12796	11760	8.8
		Promedio (%)		9.3

3.8.3.4. ENSAYO DE SUCCIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería – 2005).

Equipos y Materiales.

- Bandejas para agua
- Calibrador en milímetros
- Balanza de capacidad de más de 16000 gr y una aproximación de 0.5 gr.
- Horno de secado.
- Cronómetro
- 3 unidades por cada dosificación.

Procedimiento.

- Se comenzó con la identificación de las muestras a estudiar, colocando una identificación característica a cada espécimen a ensayar.
- Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C por un periodo de 24 horas, para que estén completamente secas.



Fig.49 Ladrillos de concreto en el horno a 110°C

Fuente: Propia

- Se pesaron las unidades después de haberse enfriado en aproximadamente 3 horas.
- Se calibro la bandeja con agua, a una altura de 3 mm
- Se midió la longitud y ancho de la superficie con una aproximación de 1 mm, es decir el área de la unidad que está en contacto con el agua.
- Se colocó sobre los soportes de la bandeja con agua, la unidad a ensayar, cubriendo con agua 3 mm durante un minuto.

Se secó el excedente de agua con un paño húmedo y se pesó la unidad con una aproximación de 0.5 gr, para obtener el peso de succión y se registró en las fichas correspondientes.

Recopilación de datos.

Tabla 31: Datos del ensayo de succión de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero reciclado

Muestra N°	Peso		Dimenciones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
A - 01	11450.0	11380.0	395.00	119.35	47143.3	0.297
A - 02	11460.0	11370.0	397.50	119.20	47382.0	0.380
A - 03	12200.0	12120.0	398.50	119.05	47441.4	0.337
Desviación estandar (σ)						0.041467
Coefficiente de variación (V%)						0.122671
Succión promedio (gr)						0.338

Tabla 32: Datos del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Peso		Dimenciones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
B - 01	12510.0	12370.0	397.35	119.25	47384.0	0.591
B - 02	12480.0	12390.0	396.55	117.20	46475.7	0.387
B - 03	11760.0	11570.0	395.25	118.35	46777.8	0.812
Desviación estandar (σ)						0.212588
Coefficiente de variación (V%)						0.356179
Succión promedio (gr)						0.597

Tabla 33: Datos del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
C - 01	12510.0	11710.0	398.50	119.50	47620.8	3.360
C - 02	12480.0	11890.0	397.00	118.00	46846.0	2.519
C - 03	12380.0	11820.0	395.50	116.50	46075.8	2.431
Desviación estandar (σ)						0.512876
Coefficiente de variación (V%)						0.185164
Succión promedio (gr)						2.770

Tabla 34: Datos del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
D - 01	12855.0	12475.0	398.50	119.00	47421.5	1.603
D - 02	12480.0	12204.0	396.50	117.50	46588.8	1.185
D - 03	12115.0	11760.0	395.00	116.00	45820.0	1.550
Desviación estandar (σ)						0.227449
Coefficiente de variación (V%)						0.157331
Succión promedio (gr)						1.446

Tabla 35: Datos del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
E - 01	12510.0	11676.0	397.50	119.50	47501.3	3.511
E - 02	12480.0	12228.0	396.50	117.50	46588.8	1.082
E - 03	11760.0	11560.0	395.00	118.50	46807.5	0.855
Desviación estandar (σ)						1.472765
Coefficiente de variación (V%)						0.811015
Succión promedio (gr)						1.816

3.8.3.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería - 2005).

Equipos y materiales.

- Equipo de compresión axial
- Placas de acero
- Balanza de precisión
- Láminas de caucho
- Yeso calcinado
- Regla metálica
- Nivel
- 15 unidades por cada dosificación (5 por 7, 14 y 28 días)

Procedimiento

- Se comenzó con la identificación de las muestras a ensayar, colocando una Identificación a cada unidad
- Se realiza las mediciones de la dimensión de las unidades a ensayar largo, ancho, altura, peso y se registró en la ficha correspondiente.



Fig. 50 Preparación de las unidades de albañilería, para el ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Propia

- Se lijo y cubrió la superficie con una capa delgada de yeso calcinado, a las unidades que presentaban cierta irregularidad en las caras de asiento y se dejó reposar el

refrentado por 24 horas antes de ensayar las unidades.

- Se acondiciono el equipo de compresión para la rotura de las unidades, con las planchas de metal y láminas de caucho, para la colocación de las unidades en el equipo de compresión.



Fig. 51 Unidad de albañilería dentro del equipo de compresión axial.

Fuente: Propia

- Se programó el equipo de compresión axial, para luego iniciar con el ensayo y la toma de datos.
- Se registró los datos en la ficha correspondiente y se repitió los mismos procedimientos en el ensayo de todas las unidades a los 7, 14 y 28 días.



Fig. 52 Rotura de muestras a los 28 días de edad.



Fig. 53 Revisión de las muestras para conclusiones.

Fuente: Propia

Recopilación de datos.

Tabla 36: Datos el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero reciclado a los 7 días

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	469	11158	23.80
02		465	13888	29.89
03		476	12766	26.81
04		464	12813	27.62
05		470	15015	31.96

Promedio (P)	28.01
Desviación estandar (σ)	3.10
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	24.92

Fuente: Propia

Tabla 37: Datos el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero reciclado a los 14 días

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	474	20410	43.07
02		474	18749	39.52
03		466	17234	36.99
04		468	17297	36.97
05		469	20271	43.24

Promedio (P)	39.96
Desviación estandar (σ)	3.10
Coefficiente de variación (V%)	0.08
F'b (kg/cm2)	36.86

Fuente: Propia

Tabla 38: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería sin adición de virutas de acero reciclado a los 28 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
N°		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	469	24189	51.60
02		465	22221	47.82
03		471	21426	45.45
04		464	22500	48.50
05		470	24024	51.13

Promedio (P)	48.90
Desviación estandar (σ)	2.52
Coefficiente de variación (V%)	0.05
F'b (kg/cm2)	46.38

Tabla 39: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado a los 7 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
N°		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	469	18562	39.59
02		465	15907	34.23
03		476	15568	32.69
04		464	13907	29.98
05		470	20262	43.12

Promedio (P)	35.92
Desviación estandar (σ)	5.34
Coefficiente de variación (V%)	0.15
F'b (kg/cm2)	30.59

Tabla 40: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado a los 14 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
N°		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	472	25058	53.06
02		470	21475	45.73
03		468	21017	44.92
04		468	22452	47.99
05		468	27353	58.49

Promedio (P)	50.04
Desviación estandar (σ)	5.69
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	44.35

Fuente: Propia

Tabla 41: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 5% virutas de acero reciclado a los 28 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	469	29699	63.35
02		465	25452	54.77
03		471	24909	52.84
04		464	26609	57.36
05		470	32419	69.00

Promedio (P)	59.46
Desviación estandar (σ)	6.64
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	52.82

Tabla 42: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado a los 7 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	469	18094	38.59
02		465	20881	44.94
03		476	17593	36.94
04		464	17423	37.56
05		470	20536	43.71

Promedio (P)	40.35
Desviación estandar (σ)	3.70
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F'b (kg/cm2)	36.65

Tabla 43: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado a los 14 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	472	24426	51.73
02		470	28190	60.03
03		468	23750	50.76
04		468	23521	50.27
05		468	27724	59.28

Promedio (P)	54.42
Desviación estandar (σ)	4.82
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F'b (kg/cm2)	49.59

Fuente: Propia

Tabla 44: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 10% virutas de acero reciclado a los 28 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	469	28950	61.75
02		465	33410	71.90
03		471	28148	59.71
04		464	27877	60.09
05		470	32858	69.93

Promedio (P)	64.68
Desviación estandar (σ)	5.79
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F'b (kg/cm2)	58.89

Tabla 45: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado a los 7 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	469	21028	44.85
02		465	17298	37.23
03		476	16685	35.04
04		464	16091	34.69
05		470	16766	35.68

Promedio (P)	37.50
Desviación estandar (σ)	4.23
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	33.27

Tabla 46: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado a los 14 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	472	28388	60.11
02		470	23353	49.73
03		468	22524	48.14
04		468	21723	46.43
05		468	22634	48.40

Promedio (P)	50.56
Desviación estandar (σ)	5.47
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	45.10

Fuente: Propia

Tabla 47: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 15% virutas de acero reciclado a los 28 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	469	33645	71.76
02		465	27677	59.56
03		471	26695	56.63
04		464	25746	55.50
05		470	26826	57.09

Promedio (P)	60.11
Desviación estandar (σ)	6.68
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F'b (kg/cm2)	53.43

Tabla 48: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado a los 7 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	469	15695	33.48
02		465	13784	29.66
03		476	12148	25.51
04		464	14022	30.23
05		470	13154	28.00

Promedio (P)	29.37
Desviación estandar (σ)	2.94
Coefficiente de variación (V%)	0.10
F'b (kg/cm2)	26.44

Tabla 49: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado a los 14 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
Nº		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	472	21188	44.87
02		470	18608	39.63
03		468	16400	35.05
04		468	18930	40.46
05		468	17758	37.97

Promedio (P)	39.60
Desviación estandar (σ)	3.60
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F'b (kg/cm2)	36.00

Fuente: Propia

Tabla 50: Datos del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 20% virutas de acero reciclado a los 28 días

Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F _b
N°		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	469	25111	53.56
02		465	22054	47.46
03		471	19436	41.23
04		464	22435	48.36
05		470	21046	44.79

Promedio (P)	47.08
Desviación estandar (σ)	4.56
Coefficiente de variación (V%)	0.10
F'b (kg/cm2)	42.52

Fuente: Propia

3.8.3.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.613, Unidades de Albañilería- 2005)

Equipos y materiales.

- Equipo de compresión axial
- Placas de acero
- Balanza de precisión
- Láminas de caucho
- Yeso calcinado
- Regla metálica
- Nivel
- 6 und por cada dosificación, con las cuales se armarán 3 de pilas de 2 unidades.

Procedimiento

- Se comenzó con la identificación de las muestras a ensayar, colocando una identificación a cada unidad

- Se preparan las pilas de ladrillos, que deben tener una altura de 2 ladrillos y una longitud de 1 ladrillo, con una junta de mortero de 15 mm de espesor entre ellos. Se debe cuidar que las pilas estén bien alineadas y niveladas, y que el mortero tenga una buena adherencia con los ladrillos.
- Se curan las pilas de ladrillos, que deben permanecer en un ambiente húmedo durante 28 días, protegidas de la intemperie y de los golpes.
- Se miden las dimensiones de las pilas y de los ladrillos, y se calcula el área neta de la sección transversal de la pila, que es el producto del ancho y el espesor de los ladrillos, menos el área ocupada por las juntas de mortero.
- Se coloca la pila de ladrillos en la máquina de ensayo de compresión, centrada entre los bloques de apoyo, y se aplica una carga axial hasta que se produzca la falla de la pila. Se debe registrar la carga máxima soportada por la pila y el modo de falla observado.
- Se calcula la resistencia a la compresión de la pila, que es el cociente entre la carga máxima y el área neta de la sección transversal de la pila. Se debe expresar el resultado en kgf/cm^2 con dos cifras decimales.

Fig. 54 Rotura de pilas a los 28 días de edad desde su creación



Fuente: Propia

- Se compara la resistencia a la compresión de la pila con los criterios de aceptación establecidos en la norma E.070, que dependen del tipo de ladrillo,

Recopilación de datos:

a) Cálculo del ensayo de compresión axial de pilas:

Tabla 51: Datos del ensayo de resistencia de pilas a compresión de unidades de albañilería con adición del 0% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 0% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	26664	1.21	67.29
02		40.2	11.8	3.403	466	25917	1.21	67.42
03		40.4	12.0	3.377	477	26326	1.21	66.73

Promedio (P)	67.14
Desviación estandar (σ)	0.36
Coefficiente de variación (V%)	0.01
F'm (kg/cm²)	66.78

Tabla 52: Datos del ensayo de resistencia de pilas a compresión de unidades de albañilería con adición del 5% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	29773	1.21	75.13
02		40.2	11.8	3.403	466	30284	1.21	78.77
03		40.4	12.0	3.377	477	31939	1.21	80.96

Promedio (P)	78.29
Desviación estandar (σ)	2.94
Coefficiente de variación (V%)	0.04
F'm (kg/cm²)	75.34

Tabla 53: Datos del ensayo de resistencia de pilas a compresión de unidades de albañilería con adición del 10% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	30238	1.21	76.30
02		40.2	11.8	3.403	466	32183	1.21	83.71
03		40.4	12.0	3.377	477	31472	1.21	79.78

Promedio (P)	79.93
Desviación estandar (σ)	3.71
Coefficiente de variación (V%)	0.05
F'm (kg/cm²)	76.22

Tabla 54: Datos del ensayo de resistencia de pilas a compresión de unidades de albañilería con adición del 15% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	25125	1.21	63.40
02		40.2	11.8	3.403	466	25599	1.21	66.59
03		40.4	12.0	3.377	477	26636	1.21	67.52
Promedio (P)								65.84
Desviación estandar (σ)								2.16
Coefficiente de variación (V%)								0.03
F'm (kg/cm2)								63.68

Tabla 55: Datos del ensayo de resistencia de pilas a compresión de unidades de albañilería con adición del 20% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	23755	1.21	59.94
02		40.2	11.8	3.403	466	24067	1.21	62.60
03		40.4	12.0	3.377	477	24749	1.21	62.73
Promedio (P)								61.76
Desviación estandar (σ)								1.57
Coefficiente de variación (V%)								0.03
F'm (kg/cm2)								60.19

Tabla 56: Cálculo del Módulo de Elasticidad (E_m) y el Módulo de corte (G_m)

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	Ensayos (kg/cm ²)		
	f'm	E_m	G_m
0%	66.78	46746.93	18698.77
5%	75.34	52740.39	21096.15
10%	76.22	53357.01	21342.80
15%	63.68	44573.03	17829.21
20%	60.19	42129.81	16851.93

3.8.3.7. ENSAYO DE RESISTENCIA A CORTE EN LOS MURETRES

Normatividad: Norma Técnica Peruana (NTP 399.621, Unidades de Albañilería 2005).

Equipos y materiales.

- Equipo de compresión axial
- Placas de acero
- Balanza de precisión
- Láminas de caucho
- Yeso calcinado
- Regla metálica
- Nivel
- 14 unidades por cada dosificación, con las cuales se armarán 3 de muretes pilas de 60 cm x 60 cm y 12 cm de espesor.

Procedimiento

- Se seleccionan los ladrillos de concreto y el mortero que se van a utilizar, de acuerdo con las especificaciones del diseño.
- Se construyen los muretes con las dimensiones y la disposición de los ladrillos indicadas en la norma. Se deben elaborar al menos tres muretes para cada tipo de ladrillo.
- Se someten los muretes a una carga axial de compresión, aplicada por medio de una máquina universal, hasta provocar la falla. Se mide la carga máxima soportada por cada murete y se calcula la resistencia a la compresión del conjunto ladrillo-mortero.
- Se analizan los resultados y se comparan con los valores mínimos establecidos en la norma.
- Se determina si los muretes cumplen con los requisitos de resistencia y calidad.

Tabla 57: Datos del ensayo de resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición del 0% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 0% Viruta Acero Reciclado	60.1	12.0	5.008	1022	4967	1.00	4.86
02		60.1	11.8	5.089	1003	5796	1.00	5.78
03		59.9	12.0	5.008	1019	5972	1.00	5.86
Promedio (P)								5.50
Desviación estandar (σ)								0.56
Coefficiente de variación (V%)								0.10
V'm (kg/cm2)								4.94

Fuente: Propia

Tabla 58: Datos del ensayo de resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición del 5% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 5% Viruta Acero Reciclado	60.1	12.0	5.008	1020	5985	1.00	5.87
02		60.0	11.8	5.083	1009	6562	1.00	6.50
03		60.3	12.0	5.042	1022	6699	1.00	6.55
Promedio (P)								6.31
Desviación estandar (σ)								0.38
Coefficiente de variación (V%)								0.06
V'm (kg/cm2)								5.93

Fuente: Propia

Tabla 59: Datos del ensayo de resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición del 10% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 10% Viruta Acero Reciclado	60.3	11.9	5.084	1011	7083	1.00	7.01
02		60.8	12.2	5.000	1039	7236	1.00	6.97
03		59.9	12.0	5.013	1019	7399	1.00	7.26
Promedio (P)								7.08
Desviación estandar (σ)								0.16
Coefficiente de variación (V%)								0.02
V'm (kg/cm2)								6.92

Fuente: Propia

Tabla 60: Datos del ensayo de resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición del 15% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 15% Viruta Acero Reciclado	60.1	12.0	5.008	1018	6652	1.00	6.53
02		60.2	11.8	5.102	999	5312	1.00	5.32
03		60.4	12.0	5.054	1018	5496	1.00	5.40
Promedio (P)								5.75
Desviación estandar (σ)								0.68
Coefficiente de variación (V%)								0.12
V'm (kg/cm²)								5.07

Fuente: Propia

Tabla 61: Datos del ensayo de resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición del 20% de virutas de acero reciclado 28 días

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 20% Viruta Acero Reciclado	60.1	12.0	5.008	1020	4315	1.00	4.23
02		60.2	11.8	5.102	1003	4870	1.00	4.86
03		60.4	12.0	5.054	1018	5038	1.00	4.95
Promedio (P)								4.68
Desviación estandar (σ)								0.39
Coefficiente de variación (V%)								0.08
V'm (kg/cm²)								4.29

Fuente: Propia

3.9 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El siguiente plan detalla las diferentes fases del proceso de investigación, con el objetivo de mejorar y reescribirlo para una mayor claridad y organización:

❖ 1° FASE: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

- ✓ Recopilación exhaustiva de tesis, artículos científicos, bibliografías y búsqueda de antecedentes relevantes para el estudio.
- ✓ Análisis de las normas vigentes relacionadas con el tema de investigación.

❖ 2° FASE: AGENCIARSE DE LOS INSUMOS

- ✓ Obtención de las virutas de acero necesarias para el estudio.
- ✓ Obtención de los agregados requeridos.

❖ 3° FASE: REALIZACION DE ENSAYOS

- ✓ Realización de ensayos para evaluar las propiedades de los agregados.
- ✓ Diseño de la mezcla de materiales.
- ✓ Elaboración de testigos para su posterior análisis.
- ✓ Curado adecuado de los testigos para garantizar su resistencia y durabilidad.
- ✓ Ejecución de ensayos de resistencia a la tracción y flexión.
- ✓ Evaluación de la resistencia a la compresión mediante ensayos específicos.
- ✓ Determinación del potencial de fisuración a través de ensayos pertinentes.

❖ 4° FASE: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

- ✓ Recopilación y registro de resultados obtenidos en diferentes ensayos.
- ✓ Procesamiento y análisis de los datos recopilados.
- ✓ Extracción de conclusiones y formulación de recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

❖ 5° FASE: CULMINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ Entrega del proyecto ante el jurado, exponiendo los objetivos, metodología e investigación del estudio.
- ✓ Atender y resolver cualquier observación o pregunta realizada por el jurado durante la presentación.
- ✓ Revisión final del proyecto por parte del jurado, asegurando la calidad y coherencia de los resultados y conclusiones.

3.10 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cuál es la influencia de las virutas de acero reciclado en el diseño de mezcla para los bloques de concreto para optimizar sus propiedades mecánicas?	La influencia en el diseño de mezcla de los bloques de concreto con adición de virutas de acero reciclado mejorará las propiedades mecánicas, en comparación con los bloques de concreto convencionales.	GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental.	Población: La población objetivo serán los bloques de concreto elaborados con virutas de acero reciclado. Muestra: La muestra será de 36 bloques de concreto elaborados con virutas de acero reciclado y 9 bloques de concreto convencionales como grupo control no equivalente.
		Determinar la influencia de la implementación de la adición de virutas de acero reciclado en el diseño de mezcla de los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas.	Diseño de bloque de concreto con Virutas de acero reciclado	DISEÑO: Preexperimental, con grupo control no equivalente.	
		ESPECÍFICOS:	VARIABLES DEPENDIENTES	TÉCNICA: La técnica a utilizar será el diseño y fabricación de bloques de concreto con virutas de acero reciclado como material de refuerzo, así como la realización de pruebas de las propiedades mecánicas.	
		Realizar la evaluación de las características físicas y mecánicas de los agregados utilizados en el diseño de mezcla del concreto-para-bloque	Propiedades Mecánicas del bloque de concreto	INSTRUMENTOS: Máquina de ensayo universal, moldes para fabricar los bloques, material de construcción para elaborar los bloques, equipo de seguridad personal, entre otros.	
		Evaluar las propiedades de las virutas de acero reciclado que se utilizarán en la fabricación del bloque de concreto.	VARIABLES INTERVINIENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS: Análisis estadístico descriptivo e inferencial.	
		Determinar la influencia del diseño del bloque de concreto incorporando virutas de acero recicladas en 5%, 10%, 15% y 20% para optimizar las propiedades mecánicas del bloque de concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$	Sostenibilidad		
Determinar la proporción técnico – económico óptima de las virutas de acero reciclado, para mejorar las propiedades mecánicas en el bloque de concreto					

3.11 COLABORADORES

Esta investigación se compromete a respetar y seguir la legalidad en todos sus aspectos, garantizando la seguridad de los datos de laboratorio obtenidos y evaluados conforme a los estándares establecidos. Asimismo, se tomará precaución al manejar la información proporcionada por los participantes, preservando su confidencialidad. Se respetarán adecuadamente tanto los diversos autores como los conceptos a los que se hace referencia, utilizando las normas de citación de manera apropiada en todos los aspectos

Las virutas de acero utilizadas en el análisis descriptivo sus características serán provenientes de las empresas que ofrecen servicios de torno de la ciudad de Chiclayo.

La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo: Podrá brindar acceso a laboratorios y otros recursos, así como apoyo académico y científico. También podrían ofrecer la oportunidad de presentar y discutir los hallazgos de la investigación en conferencias y otros eventos académicos

Es importante destacar que los colaboradores potenciales pueden variar dependiendo de la disponibilidad de recursos en la zona. En cualquier caso, es fundamental establecer una comunicación efectiva y coordinar de manera clara las responsabilidades y compromisos de cada colaborador para asegurar el éxito de la investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. DESCRIPCION DE LAS VIRUTAS DE ACERO

Se tomó una muestra representativa de cuatro empresas que ofrecen servicios de torno, observando que, debido al mecanizado, todas presentan formas helicoidales o espiraladas, como se ilustra en la figura 48. El espesor de estas varía entre 0.5 y 3 mm (figura 50), y algunas muestran mayor alargamiento que otras, ofreciendo diversidad en tamaños y formas de virutas. Este resultado está directamente vinculado al tipo de trabajo realizado en el torno, generando residuos específicos para cada tarea.

Las longitudes de las virutas difieren según el tipo de corte y el material trabajado, dividiéndose en virutas discontinuas y virutas continuas. Las virutas discontinuas presentan longitudes de hasta 3 cm, mientras que las virutas continuas alcanzan longitudes mayores. Al almacenarse en sacos, las virutas tienden a enredarse (figura 49), y al desenredarlas para la investigación, se encontraron longitudes de hasta 15 cm, siendo raras las que superaban los 10 cm.

Un análisis descriptivo de las virutas encontradas en la ciudad de Chiclayo reveló que el 15% tiene un espesor de 0.5 mm, el 30% de 1 mm, el 35% de 2 mm y el 20% de 3 mm.

Fig. 55 Virutas discontinuas



Fig. 56 Formas de Virutas de Acero



Fig. 57 Virutas continuas



Fuente: Propia

Fig. 58 Espesores de las Virutas de Acero



Fuente: Propia

4.2. FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

La fabricación de unidades de albañilería con virutas de acero reciclado implica la incorporación de este material reciclado en la mezcla de los componentes utilizados para producir bloques de construcción, ladrillos u otros elementos de albañilería. Aquí hay un proceso general que podría seguirse:

Recopilación de Virutas de Acero Reciclado: Recolecta virutas de acero reciclado de fuentes como talleres de maquinaria, plantas de fabricación o sitios de demolición. Estas virutas pueden ser producto de procesos de mecanizado, corte o cualquier otra actividad que genere desechos de acero.

Separación y Clasificación: Clasifica y separa las virutas de acero para eliminar impurezas no deseadas y asegurarte de que el material reciclado esté limpio y adecuado para su uso en la mezcla.

Diseño de la Mezcla: Desarrolla una mezcla que incluya los materiales utilizados en la fabricación de unidades de albañilería, como cemento, arena, agua y, en este caso, las virutas de acero reciclado.

Mezcla de Materiales: Combine los materiales en una proporción adecuada. Las virutas de acero se mezclarán con los otros componentes para formar una mezcla homogénea.

Proceso de Fabricación: Utiliza la mezcla para fabricar las unidades de albañilería, ya sea mediante procesos de moldeo o prensado, dependiendo del tipo de unidad que estés produciendo.

Curado: Algunas unidades recién formadas a un proceso de curado que permita que los materiales se endurezcan y adquieran resistencia. Este puede ser un proceso de curado al aire, en autoclave u otro método según el tipo de mezcla y unidades.

Pruebas de Calidad: Realiza pruebas de calidad en las unidades de albañilería para asegurar que cumplan con los estándares requeridos. Esto podría incluir pruebas de resistencia, absorción de agua, dimensiones y otras propiedades relevantes.

Almacenamiento y Distribución: Almacene las unidades fabricadas de manera adecuada y distribúyalas según sea necesario para su uso en proyectos de construcción.

Es importante tener en cuenta que la incorporación de virutas de acero reciclado puede afectar las propiedades finales de las unidades de albañilería, por lo que es esencial realizar pruebas para garantizar que cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad necesarios para su aplicación en construcción.

4.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

4.3.1. ENSAYO A LOS COMPONENTES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

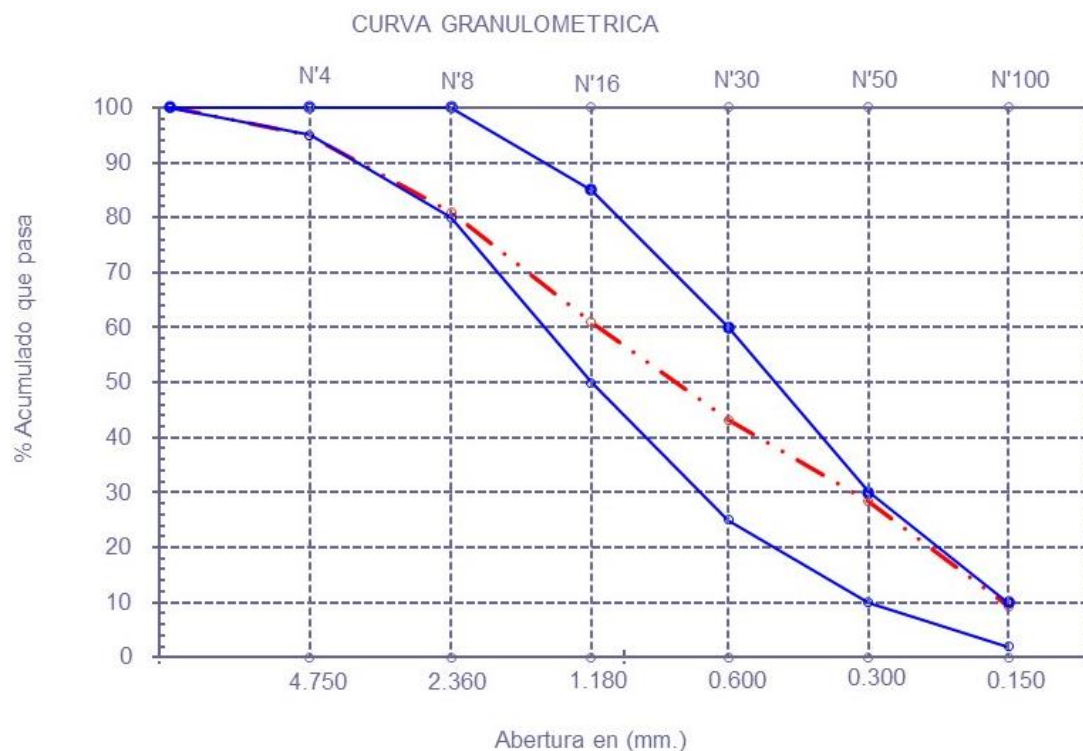
4.3.1.1. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Ensayo de granulometría de la arena fina.: Se puede apreciar que el agregado fino, conformada por 500gr proveniente de la cantera de Pátapo – La Victoria, es aquella que cumple con una adecuada granulometría, obteniendo así un módulo de fineza de 2.823.

Tabla 62: Análisis de datos del ensayo de granulometría de la arena fina.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.750	25	5.0	5.0	95.0
Nº 08	2.360	70.5	14.1	19.1	80.9
Nº 16	1.180	98.9	19.8	38.9	61.1
Nº 30	0.600	90.2	18.0	56.9	43.1
Nº 50	0.300	73.9	14.8	71.7	28.3
Nº 100	0.150	95.0	19.0	90.7	9.3
Fondo		46.5	9.3	100.0	0.0
Módulo de Fineza				2.823	

Fig. 59 Curva granulométrica resultante de la arena fina



Fuente: Propia

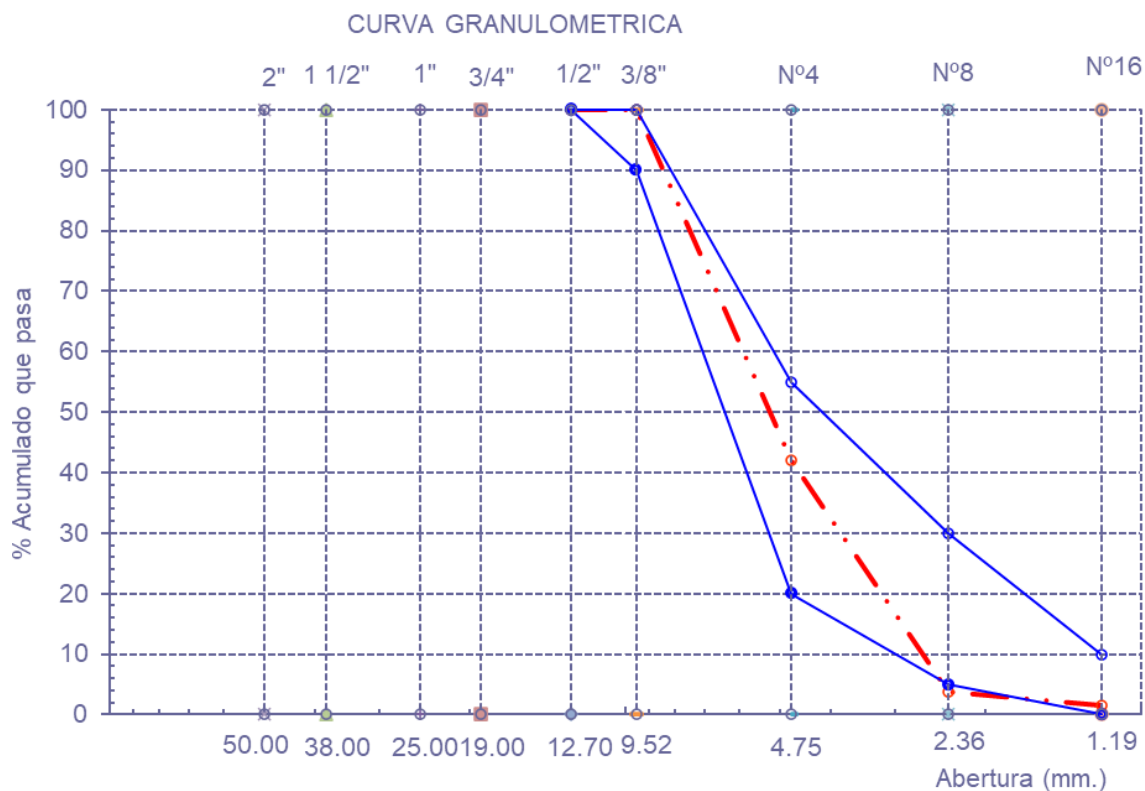
Ensayo de granulometría del agregado grueso (confitillo).

Para el agregado grueso, de 3/8", cabe mencionar que este agregado es proveniente de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

Tabla 63: Análisis de datos del ensayo de granulometría del agregado grueso.

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)
Pulg.	(mm.)				
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	2.0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.75	2890.0	58.0	58.0	42.0
Nº 08	2.36	1906.8	38.3	96.3	3.7
Nº 16	1.19	109.5	2.2	98.5	1.5
Fondo		74.4	1.5	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1/2"	38.00	
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	25.00	

Fig. 60 Curva granulométrica resultante del agregado grueso.



Fuente: Propia

Análisis de la prueba

Los resultados mostraron que la arena fina de la cantera de La Victoria-Pátapo cumplía con los límites establecidos para un diseño de mezcla, según la granulometría.

Asimismo, el confitillo presentó una granulometría adecuada para los usos de los valores idóneos. Ambos agregados se encontraban dentro del rango permitido por la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, Agregados - 2014).

4.3.1.2. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

El grado de humedad de los agregados se determinó de la siguiente manera: el agregado fino presentó una humedad de 0.56%, mientras que el agregado grueso mostró una humedad de 0.40%.

Tabla 64: Contenido de Humedad del Agregado Fino

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	411.3	411.3
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	409	409
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.56	0.56
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.56	

Fuente: Propia

Tabla 65: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700	700
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	698	698
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.29	

Fuente: Propia

4.3.1.3. ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

El peso específico de los agregados es una medida de la densidad de las partículas. Este parámetro influye en la dosificación y el rendimiento del concreto. Según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.022, Agregados – 2013 y NTP 400.017) , el peso específico de los agregados debe estar entre 2.4 y 2.9 g/cm³.

El peso específico del agregado fino es de 2486.76 kg/cm³

Tabla 66: Peso Especifico del Agregado Fino

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco -	(g)	1015.9	1015.9
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Fra	(g)	716	716
3.- Peso del Agua	(g)	299.9	299.9
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del F	(g)	713.6	713.6
5.- Peso del Frasco	(g)	216	216
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.48676
-----------------------------	---------	----------------

Tabla 67: Peso Especifico del Agregado Gueso

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1479	1479
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1486	1486
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del	(g)	1659	1659
4.- Peso de la canastilla	(g)	730	730
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	929	929

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.65530
-----------------------------	---------	----------------

Fuente: Propia

El peso específico del agregado grueso es de 2655.30 kg/cm³

Análisis de la prueba

En nuestro estudio, realizamos el ensayo de peso específico de nuestro material, se encuentra dentro de un rango aceptable.

4.3.1.4. ENSAYO DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS

La absorción de los agregados es una medida de la cantidad de agua que pueden retener las partículas. Este parámetro influye en la trabajabilidad y la resistencia del concreto. Según la norma NTP 400.017, la absorción de los agregados debe ser menor al 2%. En nuestro estudio, medimos la absorción del agregado fino y del agregado grueso, provenientes de diferentes canteras. Los resultados fueron los siguientes:

- Agregado fino: 0.48% de absorción.
- Agregado grueso: 0.47% de absorción. Estos valores indican que los agregados tienen una baja absorción y cumplen con la norma. Además, se observa que la absorción del agregado fino es ligeramente mayor que la del agregado grueso, lo cual es esperable por su mayor superficie específica.

Tabla 68: Absorción de los Agregados

AGREGADO	CANTERA	ABSORCIÓN (%)
FINO	PÁTAPO-LA VICTORIA	0.48
GRUESO	TRES TOMAS	0.47

Fuente: Propia

4.3.1.5. ENSAYO DE PESO UNITARIO

a) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

El agregado fino que usamos en nuestro estudio proviene de la cantera La Victoria – Pátapo. Este material tiene una granulometría que se ajusta a la norma NTP 400.017. Para determinar su peso unitario, lo sometimos a dos estados: suelto y compactado. En el estado suelto, el peso unitario seco del agregado fino fue de 1511.22 kg/m³. En el estado compactado, el peso unitario seco del agregado fino aumentó a 1709.34 kg/m³. Estos valores indican que el agregado fino tiene una mayor densidad y una menor porosidad que el agregado fino de la cantera Tres Tomas

Tabla 69: Peso Volumétrico Suelto del Agregado Fino

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	3391	3108
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		3391	3108
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00212	0.00212
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1597	1464
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1511.22	

Fuente: Propia

Tabla 70: Peso Volumétrico Compactado del Agregado Fino

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	3658	3693
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		3658	3693
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00212	0.00212
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1723	1739
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1709.34	

Fuente: Propia

b) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

El agregado fino que usamos en nuestro estudio proviene de la cantera Tres Tomas. Este material tiene una granulometría que se ajusta a la norma NTP 400.017. Para determinar su peso unitario, lo sometimos a dos estados: suelto y compactado. En el estado suelto, el peso unitario seco del agregado fino fue de 1328.35 kg/m³. En el estado compactado, el peso unitario seco del agregado fino aumentó a 1434.54 kg/m³. Estos valores indican que el agregado fino tiene una buena densidad y una baja porosidad.

Tabla 71: Peso Volumétrico Suelto del Agregado Grueso

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7250	7260
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7250	7260
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1332	1334
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1328.35	

Fuente: Propia

Tabla 72: Peso Volumétrico Compactado del Agregado Grueso

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7810	7860
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7810.0	7860.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1435	1444
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1434.54	

Fuente: Propia

Análisis de la prueba

El peso unitario de los agregados depende de su granulometría y su grado de compactación. Según la norma NTP 400.017, hay un rango de valores aceptables para este parámetro. En nuestro estudio, comparamos el peso unitario de la arena fina y el confitillo, tanto en estado suelto como compactado.

Los resultados muestran que la arena fina tiene un peso unitario menor que el confitillo en ambos estados, lo cual es esperable por su menor tamaño de partícula.

Al mezclar los dos agregados, se produce una reducción notable del peso unitario en ambos estados, debido a que se incrementa la cantidad de vacíos entre las partículas.

4.4. DISEÑO DE MEZCLA

Se realizó el diseño de mezcla:

Tesista	: Carlos Fernando Seclen Taboada
Solicitante	: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
	: Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Tesis	: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Lugar	
Fecha de emisión	: Chiclayo, 01 de Octubre de 2023

DISEÑO DE MEZCLA PARA BLOQUES DE CONCRETO

$F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Pórtland tipi I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : $2,487 \text{ gr/cm}^3$
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : $2,4988 \text{ gr/cm}^3$
- 3.- Peso unitario suelto : 1511 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado : 1709 Kg/m^3
- 5.- % de absorción : $0,5 \%$
- 6.- Contenido de humedad : $0,6 \%$
- 7.- Módulo de fineza : $2,823$

Agregado grueso :

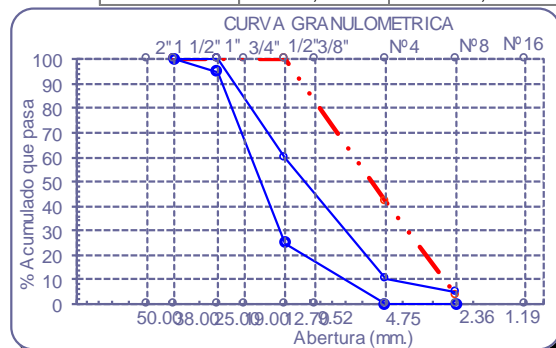
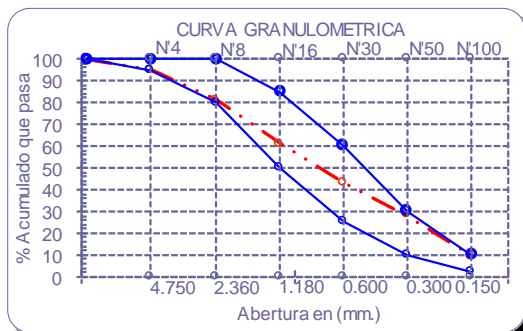
Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

- 1.- Peso específico de masa : $2,655 \text{ gr/cm}^3$
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : $2,668 \text{ gr/cm}^3$
- 3.- Peso unitario suelto : 1328 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado : 1435 Kg/m^3
- 5.- % de absorción : $0,5 \%$
- 6.- Contenido de humedad : $0,3 \%$
- 7.- Tamaño máximo : $1/2" \text{ Pulg.}$
- 8.- Tamaño máximo nominal : $3/8" \text{ Pulg.}$

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0,0	100,0
Nº 04	5,0	95,0
Nº 08	14,1	80,9
Nº 16	19,8	61,1
Nº 30	18,0	43,1
Nº 50	14,8	28,3
Nº 100	19,0	9,3
Fondo	9,3	0,0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	100,0
1"	0,0	100,0
3/4"	0,0	100,0
1/2"	0,0	100,0
3/8"	0,0	100,0
Nº 04	58,0	42,0
Nº 08	38,3	3,7
Nº 16	2,2	1,5
Fondo	1,5	0,0



DISEÑO DE MEZCLA PARA BLOQUES DE CONCRETO

F'c = 50 kg/cm²Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	8 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2362 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 3 días	:	109 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 3 días	:	217 %
Resistencia promedio a los 7 días	:	162 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	325 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8,0 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0,917

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	338 Kg/m ³	:	Cemento Pórtland tipi I		
Agua	310 L	:	Agua Potable de la Zona.		
Agregado fino	927 Kg/m ³	:	Cantera La Victoria-Pátapo.		
Agregado grueso	787 Kg/m ³	:	Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.		
Proporción en peso :	Cemento 1,00	Arena 2,74	Piedra 2,33	Agua 39,0	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1,00	2,72	2,63	39,0	Lts/pie ³

4.5. ENSAYO A LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**4.5.1. ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**

Se elaboraron 6 bloques de concreto con diferentes porcentajes de virutas de acero reciclado como aditivo: 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Estas virutas se incorporaron al diseño de la mezcla de concreto. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

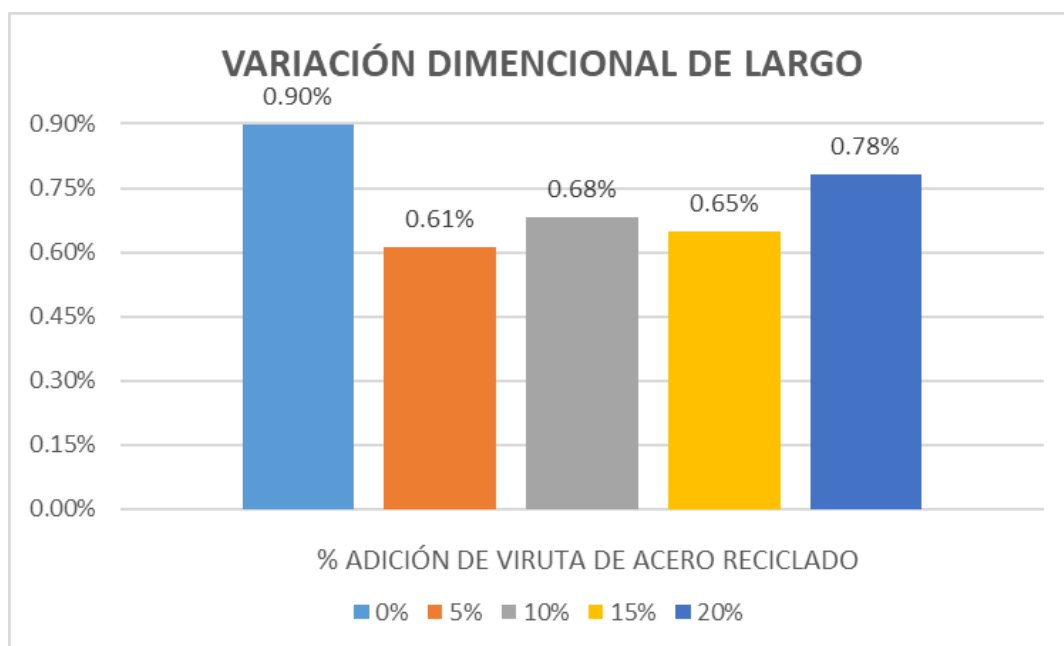
RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO

Tabla 73: Resultados del ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES ADICIONADO CON VIRUTAS DE ACERO			
% Adición de Virutas de Acero Reciclado	V. LARGO (%)	V. ANCHO (%)	V. ALTO (%)
0%	0.90%	0.22%	0.74%
5%	0.61%	0.78%	1.25%
10%	0.68%	1.94%	1.24%
15%	0.65%	1.96%	1.09%
20%	0.78%	1.48%	1.11%

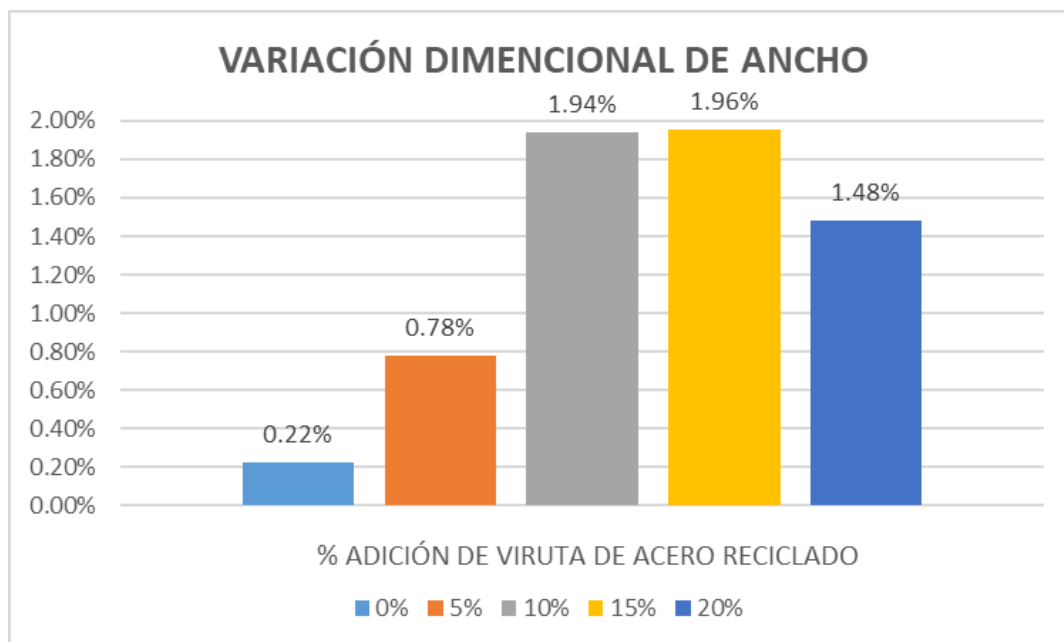
Fuente: Propia

Fig. 61 Resultados de variación dimensional (largo) de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de virutas de acero reciclado



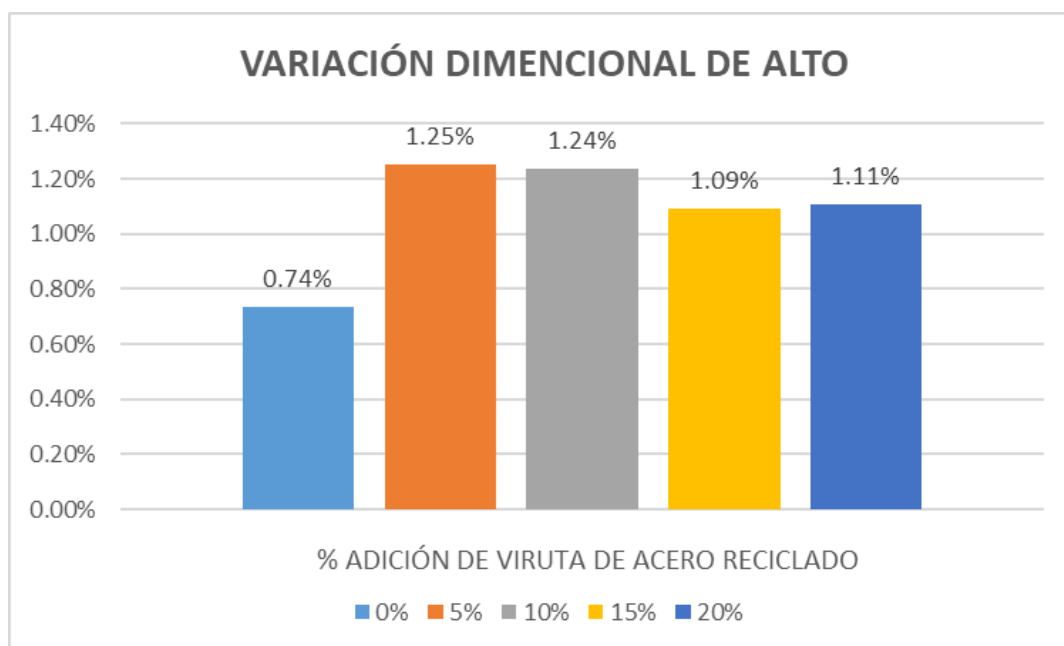
Fuente: Propia

Fig. 62 Resultados de variación dimensional (ancho) de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

Fig. 63 Resultados de variación dimensional (alto) de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

La longitud de las unidades de albañilería varía de forma inversamente proporcional al porcentaje de virutas de acero reciclado que se añaden a la mezcla de concreto. Esto implica que las unidades tienen mayor variabilidad en su longitud, pero sin superar el límite del 4% que establece la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006).

El ancho de las unidades también cumple con la norma, que fija un máximo del 6% de variación dimensional. La altura de las unidades presenta una variación similar, que se mantiene dentro del 6% permitido por la norma. Se destaca que las unidades con un 10% de virutas de acero reciclado son las que tienen mayor variación dimensional en todas las dimensiones.

La altura de las unidades de albañilería presenta una variación similar, que se mantiene dentro del 6% permitido por la norma. La norma es la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006), que fija el mismo límite para todas las dimensiones. Se resalta que las unidades con un 10% de virutas de acero reciclado son las que tienen mayor variación dimensional en todas las dimensiones.

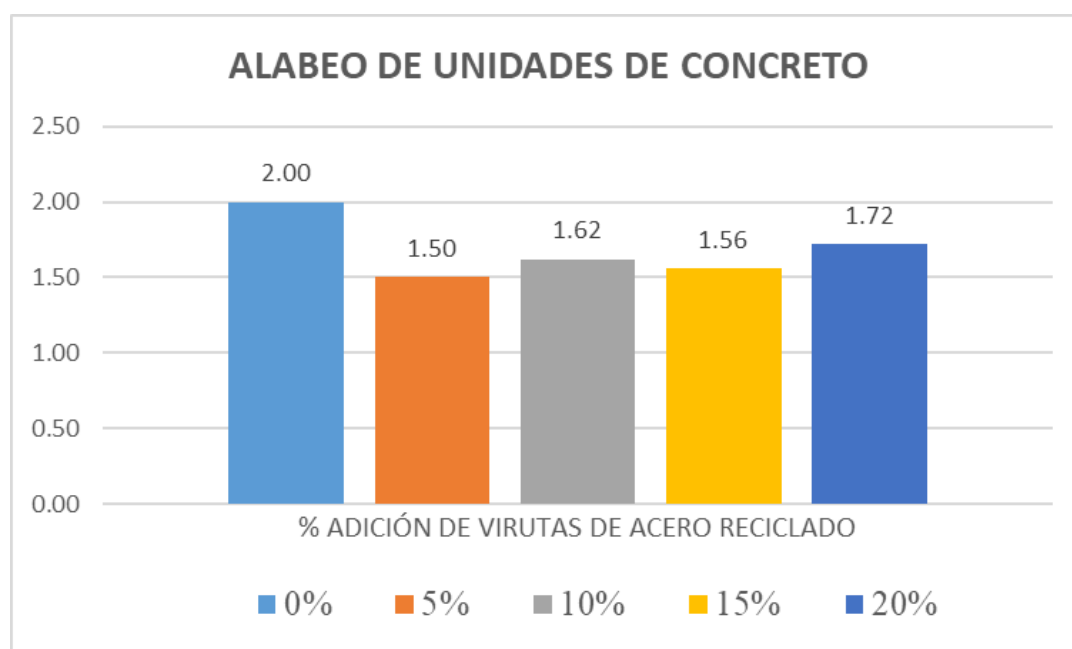
4.5.2. ENSAYO DE ALABEO

Se elaboraron 10 bloques de concreto con diferentes porcentajes de virutas de acero reciclado como aditivo: 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Estas virutas se incorporaron al diseño de la mezcla de concreto. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 74: Resultados del ensayo de alabeo de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	ALABEO (mm)
0%	2.00
5%	1.50
10%	1.62
15%	1.56
20%	1.72

Fig. 64 Resultados de alabeo de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

Como se puede observar la gráfica, las unidades de albañilería adicionadas con 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado se reduce el alabeo, en 25%, 19%, 22% y 14% respectivamente, con respecto a las unidades sin adición de virutas de acero reciclado, resultando más alabeadas por los asentamientos al momento del desmoldeo, sin embargo, todas las unidades se encuentran dentro de los parámetros de la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006), el cual es de 8 mm.

4.5.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN

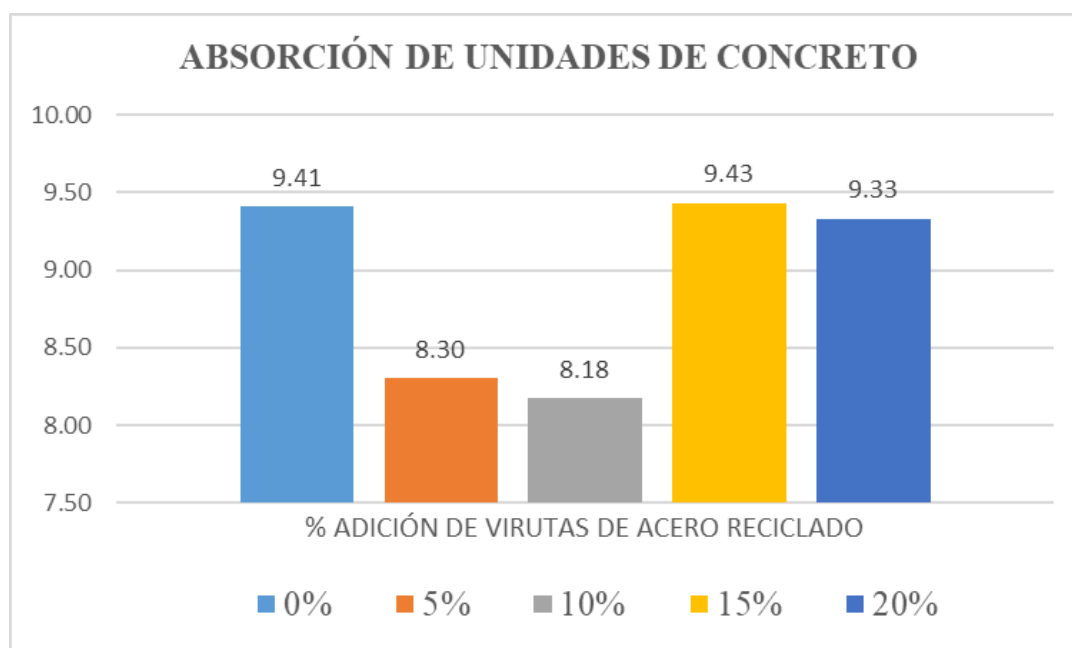
Este ensayo utilizó 3 bloques de concreto por cada nivel de adición de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla, que fueron 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES DE CONCRETO

Tabla 75: Resultados del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	ABSORCIÓN (%)
0%	9.41
5%	8.30
10%	8.18
15%	9.43
20%	9.33

Fig. 65 Resultados del ensayo de absorción de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

Los resultados indican que la absorción de las unidades de albañilería se reduce en un 11.79% y 13.07% al adicionar 5% y 10% de virutas de acero reciclado, respectivamente, en comparación con las unidades sin adición de virutas de acero reciclado. Sin embargo, al adicionar 15% y 20% de virutas de acero reciclado, la absorción se incrementa en un 0.21% y se reduce en un 0.85%, respectivamente. Esto sugiere que la adición de virutas de acero

reciclado no tiene un efecto lineal sobre la absorción de las unidades de albañilería. Además, se verifica que todas las unidades cumplen con el parámetro de la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006), que establece un límite de 12% para la absorción. Por lo tanto, las unidades son aceptables en este aspecto.

4.5.4. ENSAYO DE SUCCIÓN

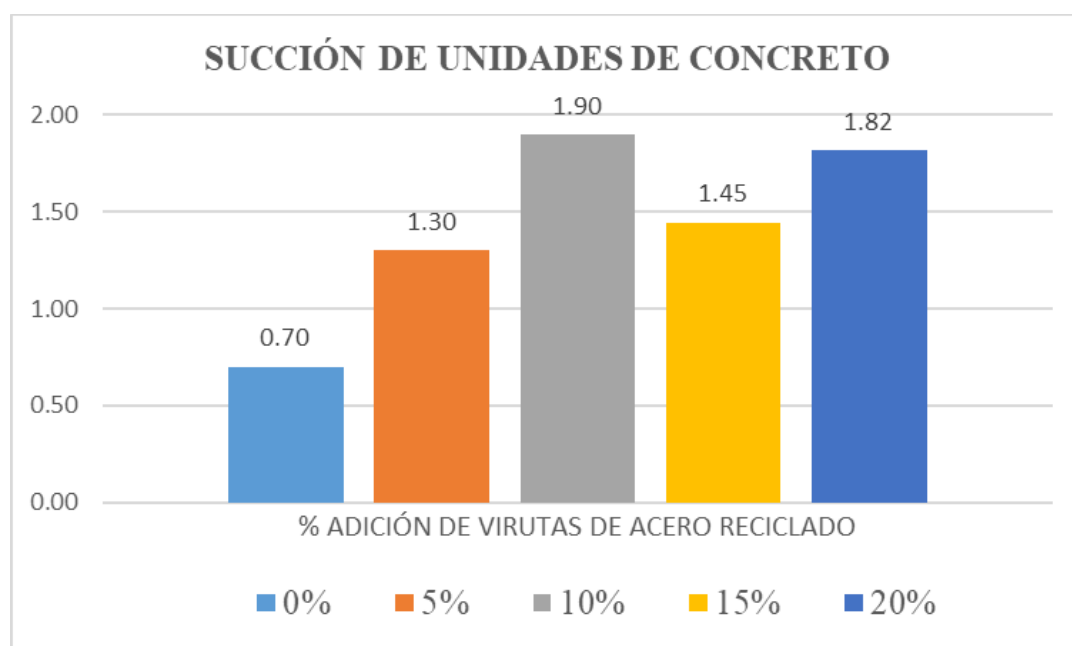
Este ensayo utilizó 3 bloques de concreto por cada nivel de adición de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla, que fueron 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

RESULTADOS DE SUCCIÓN DE UNIDADES DE CONCRETO

Tabla 76: Resultados del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	SUCCIÓN (gr/200cm²)
0%	0.70
5%	1.30
10%	1.90
15%	1.45
20%	1.82

Fig. 66 Resultados del ensayo de succión de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

Los resultados muestran que la succión de las unidades de albañilería se incrementa en 85.71%, 171.43%, 107.14%, 160.00% al adicionar 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado, respectivamente, en comparación con las unidades sin adición de las virutas de acero reciclado. Esto indica que hay una relación directa entre la cantidad de virutas de acero reciclado y la succión de las unidades. Además, se verifica que las unidades cumplen con el parámetro de la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006), que establece un límite de 20gr/200cm² para la succión. Por lo tanto, las unidades son aceptables en este aspecto.

4.5.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Este ensayo se basó en 3 bloques de concreto por cada nivel de adición de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla, que fueron 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Se evaluaron los bloques a los 7, 14 y 28 días respectivamente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 77: Resultados del ensayo resistencia a compresión de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	RESISTENCIA				
	0%	5%	10%	15%	20%
DÍAS	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
7	24.92	30.59	36.65	33.27	26.44
14	36.86	44.35	49.59	45.10	36.00
28	46.38	52.82	58.89	53.43	42.52

Fig. 67 Evolución de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

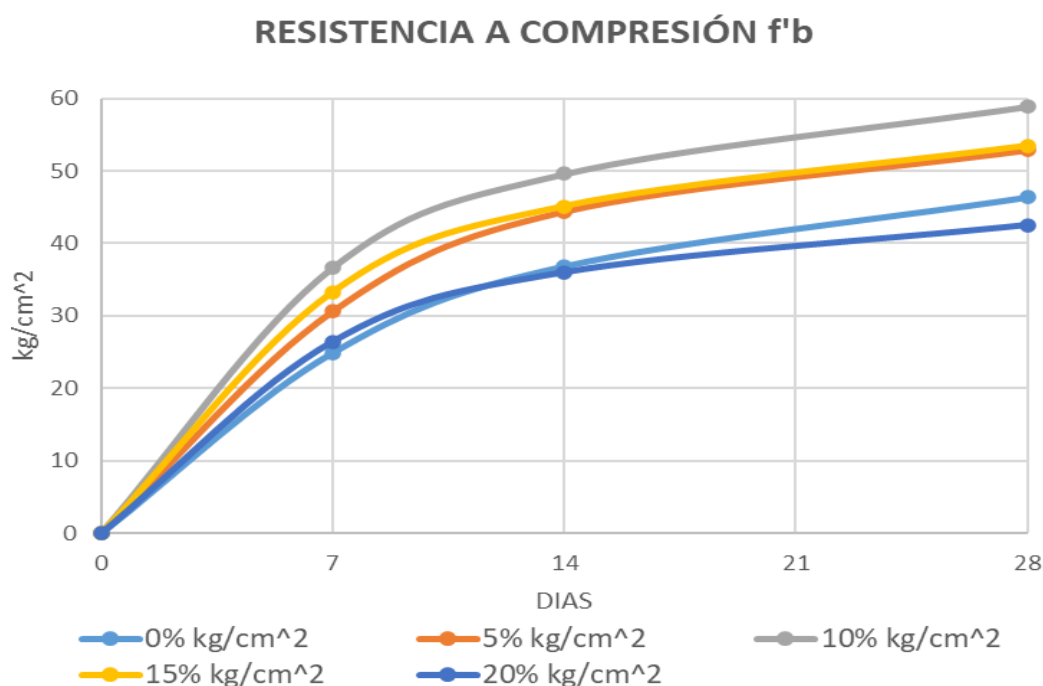
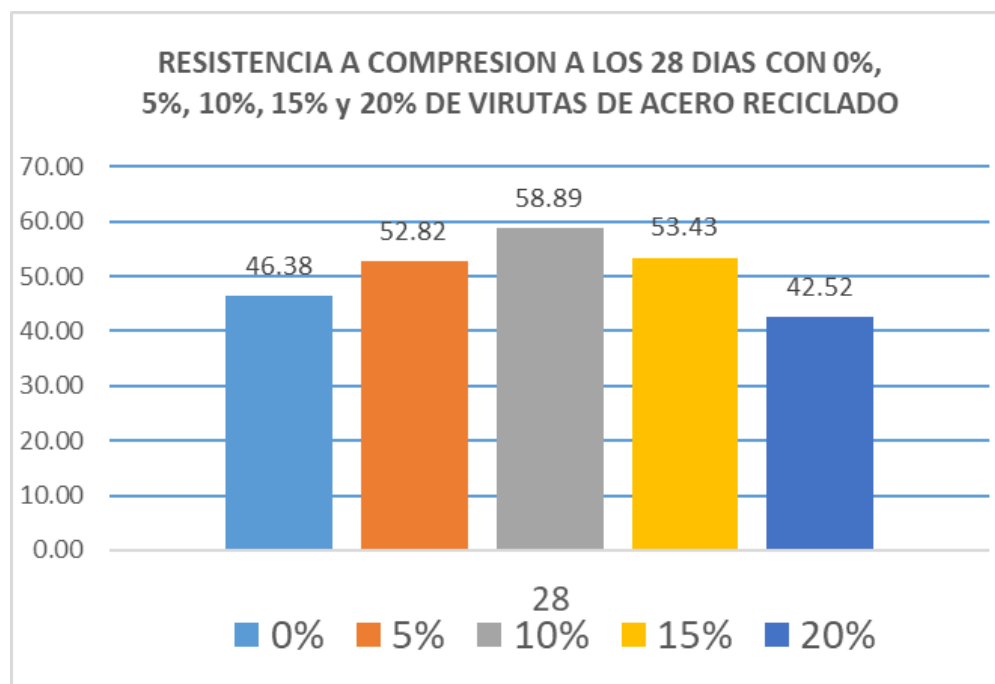


Fig. 68 Resultados de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado , a los 28 días



Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados tenemos:

Las unidades de albañilería con virutas de acero reciclado presentan una resistencia a compresión superior a las unidades sin virutas de acero reciclado en los primeros 7 días, con incrementos de 22.75%, 47.07%, 33.51% y 6.10% para las adiciones de 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente.

Sin embargo, a los 14 y 28 días, las unidades con 20% de adición muestran una disminución de la resistencia de 2.33% y 8.32%, respectivamente, mientras que las unidades con 5%, 10% y 15% de adición mantienen una resistencia mayor de 20.32%, 34.54%, 22.35% a los 14 días y de 13.89%, 26.97%, 15.20% a los 28 días, respectivamente.

Se observa que las unidades con virutas de acero reciclado alcanzan su resistencia máxima más temprano que las unidades sin virutas de acero reciclado, y que al aumentar la cantidad de virutas de acero reciclado se obtienen resistencias menores a la compresión a los 28 días.

Se destaca que las unidades con 5%, 10% y 15% de adición de virutas de acero reciclado cumplen con el requisito de resistencia a la compresión característica (F'_{b}) de 50kgf/cm² para ser usadas como unidades tipo P (portante) en la construcción de muros, según la Norma Técnica Peruana (NTP E.070, Albañilería - 2006).

4.5.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS

Se usaron 15 pilas de 2 unidades de bloque de concreto cada una para el ensayo de compresión axial. Las pilas tenían diferentes porcentajes de adición de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla: 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Se ensayaron 3 pilas por cada porcentaje de adición. El ensayo se realizó a los 28 días de curado. Los datos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 78: Resultados del ensayo resistencia a compresión axial de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL				
	0%	5%	10%	15%	20%
DÍAS	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
MUESTRA 01	67.29	75.13	76.30	63.40	59.94
MUESTRA 02	67.42	78.77	83.71	66.59	62.60
MUESTRA 03	66.73	80.96	79.78	67.52	62.73
Promedio (fm)	67.14	78.29	79.93	65.84	61.76
Desviación Estandar	0.36	2.94	3.71	2.16	1.57
f'm (kg/cm ²)	66.78	75.34	76.22	63.68	60.19

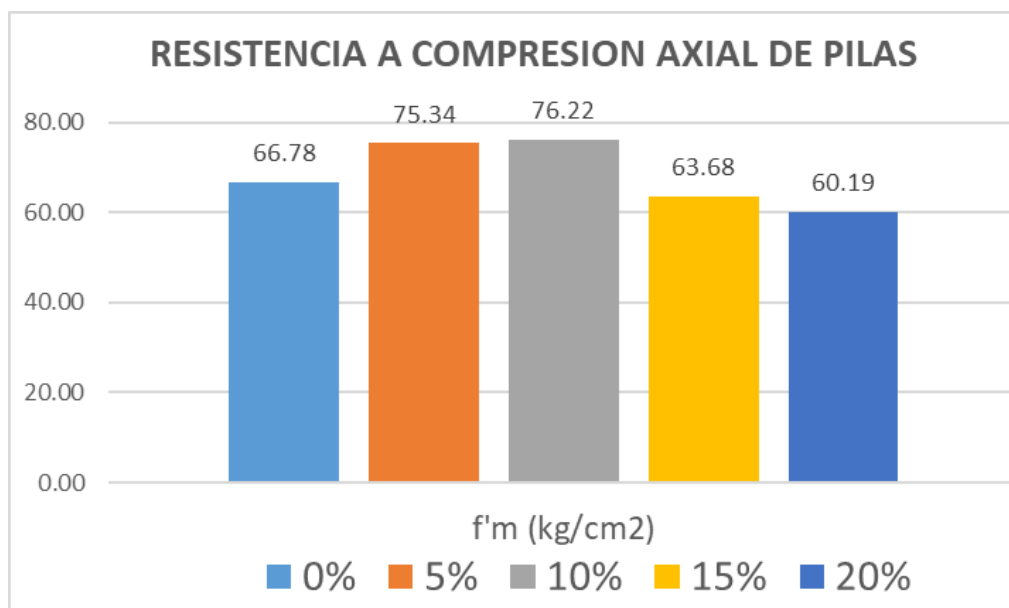
Fuente: Propia

Tabla 79: Cálculo del Módulo de Elasticidad (Em) y el Módulo de corte (Gm)

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	Ensayos (kg/cm ²)		
	f'm	Em	Gm
0%	66.78	46746.93	18698.77
5%	75.34	52740.39	21096.15
10%	76.22	53357.01	21342.80
15%	63.68	44573.03	17829.21
20%	60.19	42129.81	16851.93

Fuente: Propia

Fig. 69 Resistencia a la compresión axial pilas de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados tenemos:

La NTP 399.605 del INDECOPI (2013) establece que el ensayo de compresión axial en pilas debe tener una resistencia mínima de 74 kg/cm² para ser aceptable. La Tabla 67 muestra que las pilas con adiciones del 5% y 10% de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla superan este requisito, mientras que las pilas con adiciones del 0%, 15% y 20% no lo cumplen.

4.5.7. ENSAYO DE RESISTENCIA DE MURETES

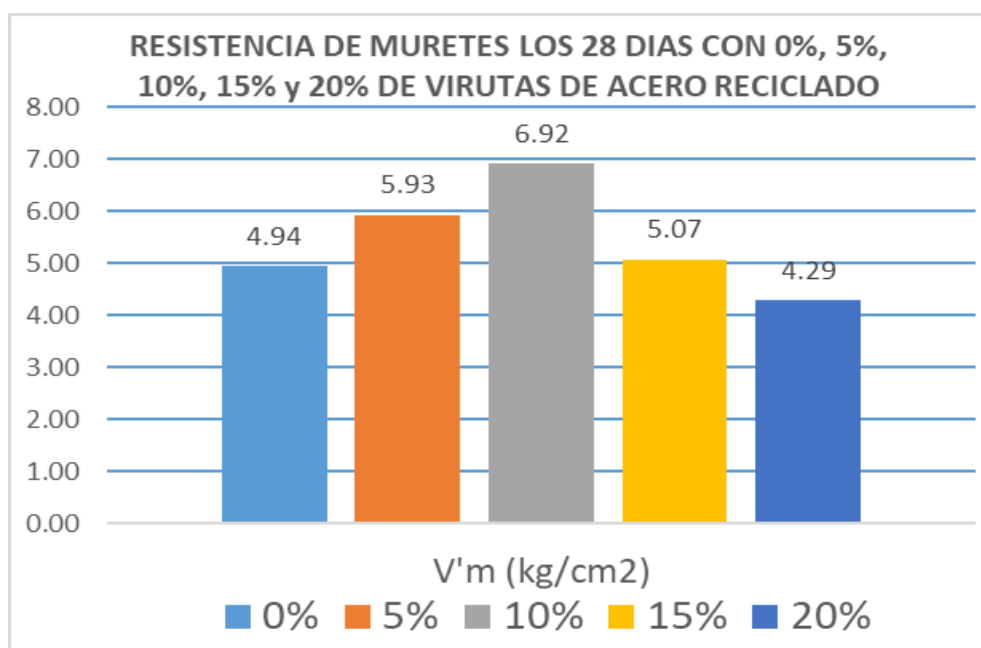
Según los datos obtenidos de un ensayo de muretes de concreto con virutas de acero reciclado, se ensayaron 15 muretes de 60cm x 60cm, formados por 4.5 unidades de bloque de concreto, con diferentes porcentajes de adición de virutas de acero reciclado al diseño de mezcla: 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Se usaron 3 muretes por cada porcentaje de adición. El ensayo se realizó a los 28 días de curado. Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 80: Resultados del ensayo resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	RESISTENCIA DE MURETES 28 DIAS				
	0%	5%	10%	15%	20%
DÍAS	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
MUESTRA 01	4.86	5.87	7.01	6.53	4.23
MUESTRA 02	5.78	6.50	6.97	5.32	4.86
MUESTRA 03	5.86	6.55	7.26	5.40	4.95
Promedio (fm)	5.50	6.31	7.08	5.75	4.68
Desviación Estandar	0.56	0.38	0.16	0.68	0.39
V'm (kg/cm ²)	4.94	5.93	6.92	5.07	4.29

Fuente: Propia

Fig. 70 Resistencia del ensayo resistencia de muretes de unidades de albañilería con adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado



Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados tenemos:

La NTP 399.621 del INDECOPI (2004) establece que el ensayo de compresión diagonal de muretes debe tener un valor mínimo de 8.6 kg/cm². Sin embargo, los datos de la Tabla 69 muestran que el valor obtenido en el ensayo de murete está por debajo de lo especificado en la Norma, con un rango entre 4.29 kg/cm² y 6.92 kg/cm², que representa entre el 49.88% y el 80.47% del valor mínimo. Esto se debe a que la falla diagonal del murete se produjo más por el mortero que por la unidad, como se observa en la Fig. 64, donde el corte tiene una forma escalonada.

4.6 COMPARACIÓN ECONOMICA

En primer lugar, se calcularon los costos de producción del bloque de concreto, como se muestra en la tabla. Luego, se comparó el costo del bloque comercial de la empresa ORO NEGRO, que tiene un precio de s/2.9 soles según ORO NEGRO (2020), con el costo del bloque elaborado a base de agregados reciclados procedentes de concreto. El objetivo era determinar si el bloque elaborado podría ser una competencia potencial para los bloques comerciales. A continuación, se detalla el proceso:

Tabla 81: Evaluación del costo de los bloques de concreto con 10% de viruta de acero reciclado

RENDIMIENTO	1000 m ² /dia		S/	2.28	
Hora	8				
DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					0.91
Peón	hh	2	0.008	56.80	0.91
Materiales					1.17
Viruta de Acero	kg		0.0078	0.10	0.0008
Cemento Portland	bls		0.0274	31.00	0.85
Agua	m ³		0.0013	5.00	0.01
Arena Fina	m ³		0.0020	50.00	0.10
Arena Gruesa	m ³		0.0030	70.00	0.21
Equipos y Herramientas					0.20
Herramientas manual	%MO		0.03	0.00	0.00
Batea mezcladora	hm	1	0.001	80.00	0.08
Maquina Semihidraulica	hm	1	0.001	120.00	0.12
COSTO TOTAL:					2.28

En la elaboración de los bloques de concreto, se utilizaron herramientas como el molde metálico y la máquina semihidráulica. Además, se contó con dos peones que trabajaron durante ocho horas al día, desde las 8 a.m. hasta las 12 p.m. y desde las 2 p.m. hasta las 6 p.m. En el proceso de elaboración, ambos peones hicieron la mezcla de acuerdo a la dosificación por el método seleccionado. Para usar el molde metálico, se tuvieron funciones asignadas: uno elaboraba la tanda de mezcla mientras el otro manejaba la máquina semihidráulica, en la cual se encargaba de apisonar y desmoldar la mezcla de concreto. Como se contaba con la mezcladora en forma de tambor, se logró un mejor mezclado. Se obtuvo un rendimiento de 1000 unidades por día. Teniendo en cuenta que el costo de elaboración de nuestro ladrillo con viruta de acero reciclado es mucho menor que el del ladrillo de concreto comercial, se realizará un cálculo del costo unitario del muro de soga/mortero 1:4/junta 1.5 cm, comparándolo con el ladrillo KK de arcilla.

Tabla 82: COSTO DE MURO DE ladrillo KK ARCILLA – SOGA/ Mortero 1:4/ Junta 1.5CM

COSTO UNITARIO MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA – SOGA / MORTERO 1:4 / JUNTA 1.5CM					
Nombre de la partida:		Muro de ladrillo kk de arcilla – soga. 1:4×1.5cm			
Construye Mejor	Rendimiento M.O. = 9.45 m²/dia			P. Unitario (S/.)	93.5
Descripcion	Und	Cuad.	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Operario	hh	1	0.85	26.93	22.89
Peon	hh	1	0.85	19.83	16.86
Total de mano de obra(S/.)					39.75
Materiales					
Clavos c/cabeza para madera (2\»-3\»)	kg		0.03	5.25	0.16
Arena gruesa	m3		0.06	65	3.90
Ladrillo kk de arcilla 9x14x24	und		39	0.85	33.15
Cemento Portland tipo I (42.5kg)	bol		0.41	26	10.66
Agua	m3		0.01	5	0.05
Andamio de madera	p2		0.58	8	4.64
Total de materiales(S/.)					52.56
Equipos y/o herramientas					
Herramientas manuales	%mo		3.00%	39.75	1.19
Total de equipos y/o herramientas(S/.)					1.19

Tabla 83: COSTO DE MURO DE ladrillo de CONCRETO 10% de viruta de acero reciclado - SOGA/ Mortero 1:4/ Junta 1.5CM

COSTO UNITARIO MURO DE LADRILLO DE CONCRETO					
12*20*40–SOGA / MORTERO 1:4 / JUNTA 1.5CM					
Nombre de la partida:			Muro de ladrillo de Concreto – sogá. 1:4×1.5cm		
Construye Mejor	Rendimiento M.O. = 9.45 m²/día		P. Unitario (S./)	87.66	
Descripcion	Und	Cuad.	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Operario	hh	1	0.85	26.93	22.89
Peon	hh	1	0.85	19.83	16.86
Total de mano de obra(S./)					39.75
Materiales					
Clavos c/cabeza para madera (2\»-3\»)	kg		0.03	5.25	0.16
Arena gruesa	m ³		0.06	65	3.90
Ladrillo de concreto 12x20x40	und		12	2.28	27.31
Cemento Portland tipo I (42.5kg)	bol		0.41	26	10.66
Agua	m ³		0.01	5	0.05
Andamio de madera	p2		0.58	8	4.64
Total de materiales(S./)					46.71
Equipos y/o herramientas					
Herramientas manuales	%mo		3.00%	39.75	1.19
Total de equipos y/o herramientas(S./)					1.19

Fuente: Propia

4.7 DISCUSIONES

4.6.1. Desarrollo de Discusión 1.

El estudio se enfocó en las canteras de la zona de Lambayeque, de donde se escogió el agregado fino de la cantera “La Victoria-Pátapo” y el agregado grueso de confitillo de la cantera “Tres Tomas”. Estas canteras son adecuadas para la fabricación de bloques de concreto, cumplen con los requisitos de calidad que establece la [NTP] 400.012, 2013.

4.6.2. Desarrollo de Discusión 2.

Para la fabricación de bloques de concreto tipo P con una resistencia de 50 kg/cm², se realizó el diseño de mezcla de concreto con la dosificación en volumen del modelo patrón: 1: 2.74: 2.33: 39.0 Lts/pie³, según la guía [ACI] 211.1, 1997.

Además, se incorporaron virutas de acero reciclado en diferentes proporciones respecto al peso del agregado grueso (5%, 10%, 15% y 20%), con el fin de evaluar su efecto en las propiedades de los bloques. Debido a la escasa investigación sobre la dosificación óptima para las unidades de albañilería en el Perú, se realizó el cálculo correspondiente para cada diseño de mezcla.

4.6.3. Desarrollo de Discusión

a) Alabeo

La Tabla 84 muestra la comparación entre el alabeo del bloque fabricado con virutas de acero reciclado y el límite especificado por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005). Los resultados obtenidos en los ensayos indican que el bloque cumple con el requisito de alabeo establecido por la norma.

Tabla 84. Comparación del ensayo de alabeo entre el bloque elaborado y la RNE E0.70

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	ALABEO (mm)	RESULTADO
0%	2.00	SE ACEPTA
5%	1.50	SE ACEPTA
10%	1.62	SE ACEPTA
15%	1.56	SE ACEPTA
20%	1.72	SE ACEPTA

Fuente: Propia

Comentario:

La Tabla 84 muestra que el alabeo de las unidades de albañilería fabricadas con virutas de acero reciclado no se ve afectado por la adición de este material. Los valores obtenidos en la investigación indican que el alabeo máximo de los Bloques P es inferior a 4 mm, que es el límite establecido por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005).

b) Variación dimensional

Según la Tabla 85, el bloque comercial presenta una variación dimensional menor (1%) que el bloque fabricado con virutas de acero reciclado. No obstante, ambos tipos de bloques cumplen con el requisito de la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005), que establece un límite máximo de 3% para esta propiedad.

Tabla 85. Comparación del ensayo de variación dimensional entre el bloque elaborado y la NTP 399.613

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES ADICIONADO CON VIRUTAS DE ACERO				NTP 399.613; +- 3% ACEPTACIÓN		
% Adición de Virutas de Acero Reciclado	V. LARGO (%)	V. ANCHO (%)	V. ALTO (%)	LARGO	ANCHO	ALTO
0%	0.90%	0.22%	0.74%	SI	SI	SI
5%	0.61%	0.78%	1.25%	SI	SI	SI
10%	0.68%	1.94%	1.24%	SI	SI	SI
15%	0.65%	1.96%	1.09%	SI	SI	SI
20%	0.78%	1.48%	1.11%	SI	SI	SI

Fuente: Propia

Comentario:

Como se muestra en la Tabla 85, la variación dimensional de las unidades de albañilería fabricadas con virutas de acero reciclado no se ve afectada por la adición de este material. Los datos obtenidos en la investigación indican que el valor máximo de la variación dimensional para los Bloques P es inferior al 3%, que es el límite establecido por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005).

c) Absorción

La Tabla 86 muestra los resultados del ensayo de absorción de los bloques de concreto con diferentes porcentajes de virutas de acero reciclado. Se compara la absorción de los bloques con la del bloque patrón, que no tiene virutas de acero. Se verifica que los bloques cumplen con el requisito de absorción máximo de 12% establecido por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005).

La descripción de la tabla es la siguiente:

Tabla 86. Ensayo de absorción del bloque propuesto con respecto a la norma NTP 399.613.

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	ABSORCIÓN (%)	NTP 399.613 Absorción máximo (%)	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
0%	9.41	12.00	SE ACEPTA
5%	8.30		SE ACEPTA
10%	8.18		SE ACEPTA
15%	9.43		SE ACEPTA
20%	9.33		SE ACEPTA

Fuente: Propia

La absorción de los bloques de concreto con virutas de acero reciclado se compara con la del bloque sin virutas en la Tabla 86. Se nota que la absorción tiene una pequeña variación entre los bloques con virutas, que van desde 8.18% hasta 9.43%. Sin embargo, ninguno de los bloques supera el límite de 12% establecido por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005) para los bloques de concreto.

d) Succión

Tabla 87 Resultados de ensayo de succión de unidad de albañilería bloque concreto.

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	SUCCIÓN (gr/200cm²)
0%	0.70
5%	1.30
10%	1.90
15%	1.45
20%	1.82

Fuente: Propia

Comentario:

La Tabla 87 muestra los valores de succión de los bloques de concreto con y sin virutas de acero reciclado. Se observa que la succión aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de virutas de acero, lo que indica una mayor porosidad del material. El bloque patrón tiene el menor valor de succión, con 0.32 kg/m².

4.6.4. Desarrollo de Discusión 4

a) Compresión axial unidad de albañilería

Tabla 88 Se puede observar los resultados comparativos del ensayo de resistencia a la compresión f^b de albañilería bloque concreto.

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO REICLADO	RESISTENCIA	NTP 399.613		ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
	0%	NP	P	
DÍAS	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
0%	46.38	20	50	NP
5%	52.82			P
10%	58.89			P
15%	53.43			P
20%	42.52			NP

Fuente: Propia

La Tabla anterior presenta la resistencia a la compresión de los bloques con diferentes porcentajes de virutas de acero. El bloque con el 10% de virutas tuvo la mayor resistencia, con 58.89 kg/cm². Sin embargo, dos bloques no cumplieron con el requisito mínimo de 50 kg/cm² establecido por la norma NTP 399.613 de INDECOPI (2005) para los bloques portantes P. Estos bloques podrían usarse como bloques no portantes NP.

b) Compresión axial prisma unidad de albañilería

Tabla 89 Se puede observar los resultados comparativos del ensayo de compresión de pilas f^m de albañilería bloque concreto.

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO	Ensayos (kg/cm ²)			VALOR SEGÚN NORMA	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
	f^m	Em	Gm		
0%	66.78	46746.93	18698.77	74.00	NO SE ACEPTA
5%	75.34	52740.39	21096.15		SE ACEPTA
10%	76.22	53357.01	21342.80		SE ACEPTA
15%	63.68	44573.03	17829.21		NO SE ACEPTA
20%	60.19	42129.81	16851.93		SE ACEPTA

Fuente: Propia

Comentario:

La resistencia en pilas de las muestras con viruta de acero reciclado se compara con la del modelo patrón en la Tabla 89. Se observa que tres de las cinco muestras tienen una resistencia superior a 7.3 MPa (74 kg/cm²), mientras que las otras dos no alcanzan este valor. Esto indica que el contenido de viruta de acero reciclado hasta el 10% mejora la resistencia en pilas, pero reduce la resistencia al calor según la norma.

c) Compresión de murete de albañilería

Tabla 90 Se puede observar los resultados comparativos del ensayo de compresión de muretes V'm de albañilería bloque concreto.

% ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADO	Ensayos (kg/cm ²)	VALOR SEGÚN NORMA	ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD
	V'm		
0%	4.94	8.60	NO SE ACEPTA
5%	5.93		NO SE ACEPTA
10%	6.92		NO SE ACEPTA
15%	5.07		NO SE ACEPTA
20%	4.29		NO SE ACEPTA

Fuente: Propia

Comentario:

La Tabla 90 presenta los resultados de la resistencia a la compresión de los muretes de bloque de concreto con diferentes porcentajes de viruta de acero. Se puede apreciar que ninguno de los valores obtenidos supera el mínimo exigido por la norma, que es de 0.8 MPa (8.6 kg/cm²). Esto significa que la adición de viruta de acero no mejora la resistencia de los muretes, sino que la disminuye.

V. CONCLUSIONES

5.1. La arena gruesa y el confitillo de la zona de Lambayeque fueron caracterizados mediante ensayos de laboratorio. Se seleccionó la arena de la cantera Pátapo – La Victoria por tener un Módulo de Finura de 2.89, que indica una buena calidad de la arena. Asimismo, se escogió el confitillo de la cantera Tres Tomas por tener un Tamaño Máximo Nominal de 3/8”, que es el adecuado para el bloque de concreto. Estos materiales cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para el proyecto.

5.2. Se concluye que el diseño de resistencia 50 kg/cm² para bloque de concreto tipo P (Patrón), y con la adición de viruta de acero reciclado en función del peso del agregado grueso en 5%, 10%, 15% y 20% las dosificaciones son:

- Modelo patrón

	Cemento	Arena	Confitillo	Agua
Peso:	1.0	2.74	2.33	39.00 Lts/pie ³
Volumen:	1.0	2.72	2.63	39.00 Lts/pie ³

- Modelo patrón + 5% de viruta de acero reciclado

	Cemento	Arena	Confitillo	V.A.R	Agua
Peso:	1.0	2.74	2.33	0.039	39.00 Lts/pie ³
Volumen:	1.0	2.72	2.63	0.044	39.00 Lts/pie ³

- Modelo patrón + 10% de viruta de acero reciclado

	Cemento	Arena	Confitillo	V.A.R	Agua
Peso:	1.0	2.74	2.33	0.078	39.00 Lts/pie ³
Volumen:	1.0	2.72	2.63	0.088	39.00 Lts/pie ³

- Modelo patrón + 15% de viruta de acero reciclado

	Cemento	Arena	Confitillo	V.A.R	Agua
Peso:	1.0	2.74	2.33	0.117	39.00 Lts/pie ³
Volumen:	1.0	2.72	2.63	0.132	39.00 Lts/pie ³

- Modelo patrón + 20% de viruta de acero reciclado

	Cemento	Arena	Confitillo	V.A.R	Agua
Peso:	1.0	2.74	2.33	0.156	39.00 Lts/pie ³
Volumen:	1.0	2.72	2.63	0.176	39.00 Lts/pie ³

5.3. La absorción y la succión son características físicas importantes del bloque de concreto tipo P. Se encontró que el bloque de concreto sin adición de virutas de acero reciclado tenía una absorción de 9.4%, mientras que el bloque con 10% de adición de virutas de acero reciclado redujo su absorción a 8.20%, lo que representa una disminución de 12.77%. Por otro lado, los bloques de concreto con 5%, 15% y 20% de adición de virutas de acero reciclado mostraron una succión muy baja. Estos resultados indican que las virutas de acero reciclado mejoran el comportamiento del bloque de concreto tipo P.

5.4. Según la información proporcionada por la empresa Aceros Arequipa, se han podido establecer las características físicas de las virutas de acero que se utilizarán en el bloque de concreto. Estas virutas tienen una longitud máxima de 3 cm, lo que facilita su manejo e incorporación a la mezcla. Además, presentan un límite elástico entre 4000 y 5500 kg/cm², una resistencia a la tracción entre 6700 y 8200 kg/cm², y un alargamiento mínimo de 12% en 200 mm. Estas propiedades hacen que las virutas de acero sean adecuadas para el bloque de concreto.

5.5. Se concluye que las propiedades mecánicas en el caso de modelo patrón y con adiciones de 5%, 10%, 15% y 20% de virutas de acero reciclado.

a) Resistencia a la compresión de unidad de albañilería de bloque de concreto tipo P: En resistencia a compresión axial en unidad de albañilería en 5%, 10%, 15% y 20% de adición de virutas de acero reciclado a 28 días con resultado de 46.38kg/cm² del modelo patrón y con las dosis 52.82, 58.89, 53.43 y 42.52 kg/cm², lo cual representa un alza en 13.89%, 26.97%, 15.20% a excepción del 20% que presenta una disminución del 8.32% respecto al patrón, llegando a la conclusión que la adición del 10% nuestro de laws virutas de acero supera en mayor porcentaje la resistencia del concreto patrón.

b) Resistencia de pilas de albañilería de bloque de concreto tipo P

Las propiedades mecánicas en resistencia a compresión axial en pilas de albañilería en 5% y 10% de adición de viruta de acero reciclado a 28 días el resultado patrón es 66.78 kg/cm² y con las dosis 75.34, 76.22 kg/cm² representando una elevación en 12.82%, 13.38%, pero con la dosificación de 15% y 20% de adición de viruta de acero reciclado a 28 días el resultado dio 63.68, 60.19 kg/cm² presenta una disminución 4.65% y 9.87% respecto al patrón, llegando a la conclusión que la adición del 10% nuestro de laws virutas de acero supera en mayor porcentaje la resistencia del concreto patrón.

c) Resistencia en muretes de albañilería de bloque de concreto tipo P

Se evaluaron las propiedades mecánicas en resistencia a compresión axial en muretes de albañilería con 5%, 10%, 15% y 20% de adición de virutas de acero reciclado a los 28 días. El resultado del modelo patrón fue de 5.93kg/cm² y los resultados con las dosis fueron de 5.93, 6.92, 5.07 y 4.29kg/cm², representando un incremento del 19.92%, 39.87%, 2.59% y una disminución del -13.30%, en comparación con el patrón. Se concluye que la adición del 10% de las virutas de acero es la que mejora en mayor porcentaje la resistencia del concreto patrón.

5.6. Mediante los ensayos realizados, se determinó el diseño óptimo de la mezcla, que consiste en el 10% de virutas de acero más 90% del agregado grueso, obteniendo una resistencia de $F'_c=58.89$ kg/cm² a los 28 días. El diseño de la mezcla para un bloque de concreto se muestra a continuación. Así, se concluye que nuestro diseño óptimo con adición de virutas de acero supera la resistencia de un concreto patrón.

VI. RECOMENDACIONES

Es recomendable llevar a cabo un análisis exhaustivo de las canteras disponibles para obtener materiales pétreos de alta calidad. De esta forma, se puede seleccionar el material más adecuado para la producción de unidades de albañilería en la zona de interés.

Es recomendable realizar una limpieza adecuada de las virutas de acero antes de agregarlas a la mezcla de concreto. Además, se debe medir el tamaño de la mayoría de las virutas para asegurarse de que sean menores a 3 cm, ya que muchas de las virutas recicladas no tienen dimensiones aceptables para la mezcla del bloque de concreto.

Según los resultados obtenidos en los estudios y ensayos realizados, se sugiere utilizar virutas de acero en un rango del 5% al 10%, mientras que los otros porcentajes (15% y 20%) no son adecuados, ya que la resistencia del concreto patrón es inferior y la mezcla del bloque de concreto pierde consistencia.

Se recomienda realizar una investigación más para poder determinar si existe un valor óptimo entre el 10% y 15% de virutas de acero de reciclado dado que no existe investigación alguna entre estos valores y así determinar si existe algún porcentaje entre estos mejor que el realizado en estas investigaciones.

Es importante considerar las condiciones ambientales adecuadas para la producción en gran escala de bloques de concreto tipo P, ya que se debe cuidar el proceso de curado y el entorno que no esté sometido a sales o contacto directo con el suelo, para que esto no altere las proporciones del diseño de mezclas.

Se recomienda realizar pilas y muretes de bloques de concreto, con adición de virutas de acero, para determinar el comportamiento sísmico de este tipo de unidad de albañilería.

Se sugiere sustituir el 10% del agregado grueso de la mezcla del bloque de concreto por virutas de acero reciclado, cuya resistencia es de 58.89kg/cm². Además, se debe tener precaución al manipular las virutas.

En la fabricación de unidades de albañilería a base de concreto con virutas de acero reciclado, se recomienda el curado por inmersión para tener un mejor comportamiento y así desarrollar su resistencia potencial a la compresión.

Se debe considerar los moldes que se utilizarán para fabricar las unidades, para que no alteren las dimensiones. Asimismo, se debe respetar el reglamento nacional de edificaciones.

Para la adición del agua en la mezcla, se recomienda realizarlo de forma gradual hasta alcanzar la consistencia adecuada, debido a que al adicionar las virutas de acero reciclado éstas requieren menor cantidad de agua.

Se recomienda más de 48 horas de secado de las unidades de albañilería con adición de virutas de acero reciclado, antes de realizar los ensayos a las unidades de albañilería.

VII. REFERENCIAS

- [1] Ocampo, M. «Evaluación sísmica en dos prototipos de vivienda rural construidos con bloques de concreto hueco, en Ocuilapa de Juárez,» Chiapas, México. 2017
- [2] Arrieta, J y Peñaherrera, E, «Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora,» Universidad nacional de ingeniería, Lima 2001
- [3] Pacheco, G, «Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, upn – 2016», Universidad privada del norte, Cajamarca, Perú. 2016
- [4] Guzmán, C, y Garate M, «Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto,» Universidad cesar vallejo, Trujillo. 2019
- [5] Sánchez; Dhenny Nayphols, «Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín en las zonas rurales de San Ignacio, Cajamarca 2017,»Universidad cesar vallejo, Trujillo. 2017
- [6] Rivera, G. «Agregados para mortero o concreto.» Concreto Simple, 2015
- [7] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. «Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.» Norma Técnica Peruana NTP 400.012, 18. 2001
- [8] Pasquel, E. C. «Temas de Tecnología del Concreto en el Perú (2° ed., Vol. 17) » Lima, Lima, Perú. 1998
- [9] Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias. «NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.605» LIMA: INDECOPI. 2013.
- [10] Lamus, F y Andrade, S CONCRETO REFORZADO FUNDAMENTOS, Bogotá D.C., septiembre de 2014.
- [11] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. «Norma Técnica E. 070 - Albañilería». Perú 2006
- [12] Kibinah, I. «Effect of adding steel particles on the performance of concrete» Winneba: Publicaciones de la University of education de Winneba. 2018
- [13] Chaubey, A. «Practical Concrete Mix Design (1° ed.)» Francia: Taylor & Francis eBooks.CRC Press. 2020
- [14] Mc Cormac, J., & Brown, R. «Diseño de concreto reforzado (10ª edición ed.)» Alfaomega Grupo Editor. 2018 Merli, R. «Recycled fibers in reinforced concrete: A systematic literature review» Journal of Cleaner Production, 2020
- [15] Cachay, R. «Diseño de mezclas de concreto» Lima: CECFIC.UNI. 2014

- [16] AEC «Asociación Española para la Calidad. Normas ASTM» Madrid: Publicaciones de la Asociación Española para la Calidad. 2020
- [17] ACI «American Concrete Institute. Certificatios» Publicaciones del ACI. 2021
- [18] J. Antillón, «Uso de Fibras en el Concreto,» Construcción y Tecnología en Concreto, México, 2016.
- [19] I. Vidaud, Frómeta and E. Vidaud, «Una Aproximación a los Concretos Reforzados con Fibras» *Construcción y Tecnología en Concreto*, 2015.
- [20] Peralta, E. «Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra» 2019
- [21] Schey, J. «Procesos de manufactura» México D.F: McGraw-Hill. 2000
- [22] Ospina, R., Aguirre, H., & Parra, H. «Soldabilidad en aceros inoxidable y aceros disimiles» *Scientia et Technica*, 2007
- [23] Salas, J., Dénova, C., Barba, A., Cervantes, J., Trujillo, M., Roviroza, J., & Garduño, E. «Resistencia al desgaste de aceros zinalquizados por inmersión en caliente» Congreso Internacional Anual de la SOMIM 2008
- [24] Manrique, Á. «Diseño simplificado en acero estructural.» Edición propia 2018
- [25] Briones, A., Zambrano, J., Muñoz, J., Ruiz, W., & Panchana, R. «Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino» *Revista RIEMAT*, 2020
- [26] Sandoval, F. «Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales» Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. 2017
- [27] Rafael, B., & Reynal, A. «Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto, Trujillo 2020» Trujillo: Universidad Privada del Norte. 2020
- [28] Chirinos, J. «Análisis Gravimétrico» Publicaciones de la Universidad Central de Venezuela: Caracas. 2013
- [29] Harris, D. «Análisis químico cuantitativo» Barcelona: Editorial Reverté S.A 2003
- [30] Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. «Manual del concreto estructural.» Caracas: Impresos Minipres. 2003
- [31] Syed Haroon Ali Shah, Babar Ali, Ghafur H. Ahmed, Syed Muhammad Talal Tirmazi, Mohamed Hechmi El Ouni, Iqrar Hussain, «Effect of recycled steel fibers on the

mechanical strength and impact toughness of precast paving blocks» *Case Studies in Construction Materials*, Volume 16, 2022.

- [32] Erhan Güneyisi, Mehmet Gesoğlu, Arass Omer Mawlod Akoi, Kasım Mermerdaş (2014). «Combined effect of steel fiber and metakaolin incorporation on mechanical properties of concrete.» *Composites Part B: Engineering*, Volume 56, 2014
- [33] Wan, S., Zhao, Y., & Cui, X. «Incorporation of Recycled Steel Fibers into Concrete Block to Improve Mechanical Properties.» *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2017
- [34] Rattanapakdee, T., Jaturapitakkul, C., & Chindapasirt, P. «Influence of Recycled Steel Fibers on the Properties of Concrete Blocks.» *Materials and Structures*, 2017
- [35] Borosnyói, A., Krajna, K., & Pivovarnik, M. «Utilization of Recycled Steel Fibers in Concrete Blocks for Sustainable Construction.» *Sustainability*, 2018
- [36] Behera, AK y Bhattacharjee, B. «Propiedades mecánicas del concreto con fibra de acero y árido grueso reciclado. » *Construcción y Materiales de Construcción*, 2016
- [37] Elchalakani, M., Haskett, M. y Gilbert, R. «Uso de áridos de acero reciclado en hormigones.» *Revista de Materiales en Ingeniería Civil*, 2013.
- [38] Kulkarni, R., Naik, TR, Lee, HK y Khatib, JM. «Propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón elaborado con áridos reciclados de alto volumen.» *Revista de Materiales en Ingeniería Civil*, 2008
- [39] Li, X., Wu, D., Zhang, Y. y Chen, S. «Estudio de preparación y propiedades del hormigón de alta resistencia con escorias siderúrgicas y cenizas volantes.» *Avances en ciencia e ingeniería de materiales*, 2018.
- [40] López, M. y Escalante, G. «Propiedades del hormigón de áridos reciclados elaborado con áridos reciclados de traviesas de hormigón. » *Construcción y Materiales de Construcción*, 2018
- [41] Li, Y., Wang, Y. y Li, X. «Propiedades de los bloques de hormigón reciclado con diferentes proporciones de escoria de acería. » *Avances en Ciencia e Ingeniería de Materiales*, 2020
- [42] Zhang, P., Wang, C., Wu, C., Guo, Y., Li, Y. & Guo, J. «A review on the properties of concrete reinforced with recycled steel fiber from waste tires.» *REVIEWS ON ADVANCED MATERIALS SCIENCE*, 2022

VIII. ANEXOS



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, BUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° **LEM USAT 057-2023-II**

FECHA: **16 de Noviembre 2023**

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Carlos Fernando Seclen Taboada

TITULO DE LA TESIS: Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso volumétrico
- Peso específico
- Absorción
- Succión
- Variación dimensional
- Alabeo
- Compresión f'b

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Riyadeneira Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Riyadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 17 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
A - 01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	12430	11380	9.2
A - 02	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	12456	11370	9.6
A - 03	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	13266	12120	9.5
Promedio (%)				9.4

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



[Handwritten Signature]
 Rudy de la Cruz Oblitas Henry
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seelen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
B - 01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	13424	12370	8.5
B - 02	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	13418	12390	8.3
B - 03	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	12506	11570	8.1
Promedio (%)				8.3

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rivadeneiro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Fig. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
C - 01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	12676	11710	8.2
C - 02	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	12930	11890	8.7
C - 03	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	12710	11820	7.5
Promedio (%)				8.2

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rizobeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 20 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
D - 01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	14000	12850	8.9
D - 02	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	13400	12204	9.8
D - 03	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	13310	12150	9.5
Promedio (%)				9.4

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



[Handwritten Signature]
 Ricardo Leyro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 21 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
E - 01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	12780	11676	9.5
E - 02	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	13418	12228	9.7
E - 03	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	12796	11760	8.8
Promedio (%)				9.3

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rubén Obliatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-
Fecha : Chiclayo, 17 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
A - 01	11450.0	11380.0	395.00	119.35	47143.3	0.297
A - 02	11460.0	11370.0	397.50	119.20	47382.0	0.380
A - 03	12200.0	12120.0	398.50	119.05	47441.4	0.337
Desviación estandar (σ)						0.04147
Coefficiente de variación (V%)						0.12267
Succión promedio (gr)						0.338



Rivero Obilitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-
Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
B - 01	12510.0	12370.0	397.35	119.25	47384.0	0.591
B - 02	12480.0	12390.0	396.55	117.20	46475.7	0.387
B - 03	11760.0	11570.0	395.25	118.35	46777.8	0.812
Desviación estandar (σ)						0.21259
Coefficiente de variación (V%)						0.35618
Succión promedio (gr)						0.597



Rivero Obilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-
 Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
C - 01	12510.0	11710.0	398.50	119.50	47620.8	3.360
C - 02	12480.0	11890.0	397.00	118.00	46846.0	2.519
C - 03	12380.0	11820.0	395.50	116.50	46075.8	2.431
Desviación estandar (σ)						0.51288
Coeficiente de variación (V%)						0.18516
Succión promedio (gr)						2.770



Ricardo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-
 Fecha : Chiclayo, 20 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
D - 01	12855.0	12475.0	398.50	119.00	47421.5	1.603
D - 02	12480.0	12204.0	396.50	117.50	46588.8	1.185
D - 03	12115.0	11760.0	395.00	116.00	45820.0	1.550
Desviación estandar (σ)						0.22745
Coeficiente de variación (V%)						0.15733
Succión promedio (gr)						1.446



Rivero Leyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental-
 Fecha : Chiclayo, 21 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de succión
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
E - 01	12510.0	11676.0	397.50	119.50	47501.3	3.511
E - 02	12480.0	12228.0	396.50	117.50	46588.8	1.082
E - 03	11760.0	11560.0	395.00	118.50	46807.5	0.855
Desviación estandar (σ)						1.47277
Coeficiente de variación (V%)						0.81102
Succión promedio (gr)						1.816



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Obliatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de concreto usados en albañilería

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	395.00	119.35	193.55
02		397.50	119.20	192.35
03		398.50	119.05	194.45
04		390.00	119.45	193.20
05		393.50	118.90	191.55
06		391.50	119.75	196.45
07		389.50	119.30	192.35
08		398.50	119.50	194.55
09		390.00	118.95	193.55
10		394.50	119.10	192.50
PROMEDIO (mm)		393.85	119.26	193.45
C.V (%)		0.90%	0.22%	0.74%
V.D (%)		-1.537%	-0.621%	-3.275%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén Obilias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seelen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

NSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de concreto usados en albañilería

RENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	397.35	119.25	192.55
02		396.55	117.20	193.50
03		395.25	118.35	191.35
04		390.25	116.45	192.75
05		392.15	117.75	194.65
06		397.25	119.15	198.15
07		396.15	117.45	197.50
08		394.25	117.50	195.65
09		392.35	116.95	196.25
10		393.55	118.25	191.50
PROMEDIO (mm)		394.51	117.83	194.39
C.V (%)		0.61%	0.78%	1.25%
V.D (%)		-1.372%	-1.808%	-2.807%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Rizobeyro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de concreto usados en albañilería

RENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	398.50	119.50	198.00
02		397.00	118.00	197.50
03		395.50	116.50	195.00
04		394.00	115.00	196.50
05		392.50	113.50	191.50
06		391.00	112.00	192.00
07		393.00	115.50	195.50
08		399.50	114.00	194.00
09		394.50	117.00	193.50
10		396.00	114.50	191.50
PROMEDIO (mm)		395.15	115.55	194.50
C.V (%)		0.68%	1.94%	1.24%
V.D (%)		-1.213%	-3.708%	-2.750%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivindreyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seelen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de concreto usados en albañilería

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	398.50	119.00	194.50
02		396.50	117.50	198.50
03		395.00	116.00	197.50
04		390.50	114.50	195.00
05		392.50	113.00	191.50
06		394.00	111.50	197.00
07		396.50	114.00	197.50
08		392.00	113.50	195.00
09		394.50	116.50	196.00
10		391.50	114.50	193.50
PROMEDIO (mm)		394.15	115.00	195.60
C.V (%)		0.65%	1.96%	1.09%
V.D (%)		-1.463%	-4.167%	-2.200%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado en el sitio del solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada muestra se expresan como promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seelen Tabonda
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT
 Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de concreto usados en albañilería

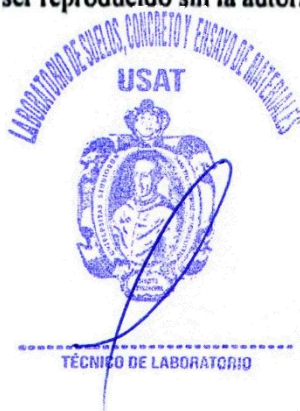
RENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

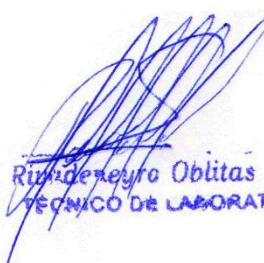
Fabricant LADRILLOS LARK

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	397.50	119.50	192.50
02		396.50	117.50	193.50
03		395.00	118.50	191.00
04		398.50	116.50	192.50
05		392.50	117.50	194.50
06		389.00	119.50	197.00
07		396.50	115.50	197.50
08		397.50	117.00	195.00
09		391.50	119.50	196.50
10		393.50	114.50	193.50
PROMEDIO (mm)		394.80	117.55	194.35
C.V (%)		0.78%	1.48%	1.11%
V.D (%)		-1.300%	-2.042%	-2.825%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.




 Ricardo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seelen Taboada
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "FABRICACIÓN PROPIA DEL TESISISTA"

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific.	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
MUESTRA	mm		mm	
# / CODIGO	mm		mm	
A - 1	0.50	2.10	0.50	0.00
A - 2	0.20	1.80	0.00	0.50
A - 3	0.60	0.50	1.00	0.00
A - 4	0.00	2.50	0.70	0.00
A - 5	0.30	2.00	1.70	1.00
A - 6	0.00	3.00	2.70	2.00
A - 7	0.40	2.10	1.00	2.50
A - 8	0.60	0.00	3.70	0.00
A - 9	0.00	3.00	0.70	0.00
A - 10	0.90	0.40	0.00	1.50
PROMEDIO	0.35	1.74	1.20	0.75
D.EST. (%)	0.31	1.08	1.19	0.95
CV		61.91%		126.69%
			Concavidad promedio (mm)	1.6
			Convexidad promedio (mm)	2.5
			ALABEO (mm)	2.0



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES :

Muestreo de unidades de albañería realizado por el solicitante.

El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "FABRICACIÓN PROPIA DEL TESISTA"

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific. MUESTRA	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CODIGO	mm		mm	
B - 1	0.00	2.10	0.50	0.00
B - 2	2.10	0.00	0.00	0.50
B - 3	0.60	0.00	1.00	0.00
B - 4	0.00	3.00	0.00	0.70
B - 5	0.90	0.40	0.00	0.50
B - 6	0.00	2.10	1.00	0.00
B - 7	0.90	1.70	0.70	0.00
B - 8	0.00	3.00	1.50	0.00
B - 9	2.90	0.20	0.90	0.20
B - 10	0.80	0.30	0.00	1.50
PROMEDIO	0.82	1.28	0.56	0.34
D. EST. (%)	0.98	1.23	0.54	0.49
CV		96.09%		142.88%
			Concavidad promedio (mm)	1.4
			Convexidad promedio (mm)	1.62
			ALABEO (mm)	1.50



Ricardo Obitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "FABRICACIÓN PROPIA DEL TESISTA"

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific. MUESTRA	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CODIGO	mm		mm	
C - 1	0.30	2.20	0.90	0.20
C - 2	0.40	1.70	0.00	0.50
C - 3	0.20	0.40	1.00	0.00
C - 4	2.60	0.00	0.70	0.20
C - 5	0.00	1.80	1.30	1.00
C - 6	0.30	2.50	2.10	0.00
C - 7	0.40	1.70	1.00	0.20
C - 8	0.50	0.50	0.90	0.40
C - 9	2.90	0.40	0.70	0.00
C - 10	0.70	0.20	0.00	1.50
PROMEDIO	0.83	1.14	0.86	0.40
D. EST. (%)	1.03	0.93	0.61	0.49
CV		81.26%		123.04%
			Concavidad promedio (mm)	1.69
			Convexidad promedio (mm)	1.54
			ALABEO (mm)	1.62



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén Alejandro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albanilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Soelen Taboada
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "FABRICACIÓN PROPIA DEL TESISTA"

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific. MUESTRA	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CODIGO	(mm)		(mm)	
D-1	2.20	0.20	2.00	0.20
D-2	1.70	0.50	0.00	2.10
D-3	0.40	0.00	1.00	0.00
D-4	0.00	0.20	0.70	0.20
D-5	1.80	1.00	1.30	1.00
D-6	2.50	0.00	0.00	2.10
D-7	1.70	0.20	1.00	0.20
D-8	0.50	0.40	0.90	0.40
D-9	0.40	0.00	0.70	0.00
D-10	0.20	1.30	1.50	0.70
PROMEDIO	1.14	0.38	0.91	0.69
DEST. (%)	0.93	0.44	0.62	0.50
CV		116.90%		116.63%
			Concavidad promedio (mm)	2.05
			Convexidad promedio (mm)	1.07
			ALABEO (mm)	1.56



Rivero Obliatas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de alfarería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seelen Taboada
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT
 Fecha : Chiclayo, 19 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: "FABRICACIÓN PROPIA DEL TESISTA"

ALABEO EN LADRILLOS				
% Dosific. MUESTRA	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero reciclado			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CODIGO	mm		mm	
E - 1	0.30	2.20	0.90	0.30
E - 2	0.40	1.70	0.00	0.40
E - 3	0.20	0.40	1.00	0.20
E - 4	0.00	2.30	0.70	2.60
E - 5	0.00	1.80	1.30	0.00
E - 6	2.50	0.20	0.00	0.80
E - 7	0.40	1.70	1.00	0.50
E - 8	0.50	0.50	0.20	2.90
E - 9	2.90	0.40	0.70	0.00
E - 10	0.70	0.20	0.00	1.50
PROMEDIO	0.79	1.14	0.58	0.92
D. EST. (%)	1.03	0.87	0.49	1.06
CV		76.27%		115.35%
			Concavidad promedio (mm)	1.37
			Convexidad promedio (mm)	2.06
			ALABEO (mm)	1.72



Rivarreyro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 7 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	469	11158	23.80
02	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	465	13888	29.89
03	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	476	12766	26.81
04	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	464	12813	27.62
05	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	470	15015	31.96

Promedio (P)	28.01
Desviación estándar (σ)	3.10
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F ['] b (kg/cm ²)	25

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén de la Cruz Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taborda
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 7 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399 613 : 2003

Muestra N°	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	469	18362	39.39
02	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	465	15907	34.23
03	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	476	15568	32.69
04	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	464	13907	29.98
05	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	470	20262	43.12

Promedio (P)	35.92
Desviación estandar (σ)	5.34
Coefficiente de variación (V%)	0.15
F _b (kg/cm ²)	31

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Obilias Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de Octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 7 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	469	18094	38.59
02	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	465	20881	44.94
03	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	476	17593	36.94
04	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	464	17423	37.56
05	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	470	20536	43.71

Promedio (P)	40.35
Desviación estandar (σ)	3.70
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F _b (kg/cm ²)	37

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 18/10/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadeneiro Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de Octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 7 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	469	21028	44.85
02	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	465	17298	37.23
03	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	476	16685	35.04
04	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	464	16091	34.69
05	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	470	16766	35.68

Promedio (P)	37.50
Desviación estandar (σ)	4.23
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F ^o b (kg/cm ²)	33

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 18/10/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadeneiro Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGRONEO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Pág. 01 de 01

Tesis : Carlos Fernando Sechen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de Octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 7 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _c (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	469	15695	33.48
02	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	465	13784	29.66
03	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	476	12148	25.51
04	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	464	14022	30.23
05	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	470	13154	28.00

Promedio (P)	29.37
Desviación estándar (s)	2.94
Coefficiente de variación (V%)	0.10
F_c (kg/cm²)	26

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- R_{ac}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ac}: 0.92 x R_{ma})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 18/10/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivero Obliatas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pag. 01 de 01)

Testista : Carlos Fernando Becen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tema : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 25 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 14 días
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2003

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	474	20410	43.07
02	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	474	18749	39.52
03	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	466	17234	36.99
04	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	468	17297	36.97
05	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	469	20271	43.24

Promedio (P)	39.96
Desviación estandar (σ)	3.10
Coefficiente de variación (V%)	0.08
F ^o b (kg/cm ²)	37

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera. (R_{ue}: 0.92 x R_{mu})

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 25/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén Osorio Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 02 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 14 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	472	25058	53.06
02	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	470	21475	45.73
03	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	468	21017	44.92
04	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	468	22452	47.99
05	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	468	27353	58.49

Promedio (P)	50.04
Desviación estandar (σ)	5.69
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F [*] b (kg/cm ²)	44



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivadeneiro Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 02/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pag. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seulen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 02 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 14 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _c (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	472	24426	51.73
02	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	470	28190	60.05
03	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	468	23750	50.76
04	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	468	23521	50.27
05	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	468	27724	59.28

Promedio (P)	54.42
Desviación estándar (s)	4.82
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F _b (kg/cm ²)	59

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Ruc: 0.92 x R ma)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 02/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rina de Reyes Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 02 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 14 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	472	28388	60.11
02	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	470	23353	49.73
03	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	468	22524	48.14
04	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	468	21723	46.43
05	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	468	22634	48.40

Promedio (P)	50.56
Desviación estandar (σ)	5.47
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F _b (kg/cm ²)	45

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Ruc: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 02/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Obliatas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 02 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 14 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	472	21188	44.87
02	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	470	18608	39.63
03	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	468	16400	35.05
04	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	468	18930	40.46
05	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	468	17758	37.97

Promedio (P)	39.60
Desviación estandar (σ)	3.60
Coficiente de variación (V%)	0.09
F _b (kg/cm ²)	36

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 02/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rina de Keyra Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 18 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 28 días
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	469	24189	51.60
02	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	465	22221	47.82
03	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	471	21426	45.45
04	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	464	22500	48.50
05	Ladrillo de concreto con 0% de virutas de acero	470	24024	51.13

Promedio (P)	48.90
Desviación estandar (σ)	2.52
Coefficiente de variación (V%)	0.05
F _b (kg/cm ²)	46.38

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 20/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivero Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 28 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	469	29699	63.35
02	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	465	25452	54.77
03	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	471	24909	52.84
04	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	464	26609	57.36
05	Ladrillo de concreto con 5% de virutas de acero	470	32419	69.00

Promedio (P)	59.46
Desviación estandar (σ)	6.64
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F _b (kg/cm ²)	52.82

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 15/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rivero Obilias Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 28 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	Denominación de la unidad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	469	28950	61.75
02	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	465	33410	71.90
03	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	471	28148	59.71
04	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	464	27877	60.09
05	Ladrillo de concreto con 10% de virutas de acero	470	32858	69.93

Promedio (P)	64.68
Desviación estandar (σ)	5.79
Coefficiente de variación (V%)	0.09
F _b (kg/cm ²)	58.89

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 15/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rizaldy Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 28 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	469	33645	71.76
02	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	465	27677	59.56
03	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	471	26695	56.63
04	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	464	25746	55.50
05	Ladrillo de concreto con 15% de virutas de acero	470	26826	57.09

Promedio (P)	60.11
Desviación estandar (σ)	6.68
Coefficiente de variación (V%)	0.11
F ^c b (kg/cm ²)	53.43

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Ruc: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 15/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén Obilias Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Carlos Fernando Seclen Taboada
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia de la adición de virutas de acero reciclado en los bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental- USAT

Fecha : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión 28 días
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	Area bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	469	25111	53.56
02	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	465	22054	47.46
03	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	471	19436	41.23
04	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	464	22435	48.36
05	Ladrillo de concreto con 20% de virutas de acero	470	21046	44.79

Promedio (P)	47.08
Desviación estandar (σ)	4.56
Coefficiente de variación (V%)	0.10
F' b (kg/cm²)	42.52

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera. (Rue: 0.92 x R mu)

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayada el día 15/11/2023
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Obitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Sedén Taboada
Atención : Carlos Fernando Sedén Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	Fm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1 Grupo 1	40.1	12.0	3.338	478	25664	1.21	67.29
02	M-2 Grupo 1	40.2	11.8	3.403	466	25917	1.21	67.42
03	M-3 Grupo 1	40.4	12.0	3.377	477	26326	1.21	66.73

Promedio (F)	67.14
Desviación estándar (s)	0.36
Coefficiente de variación (V%)	0.01
Fm (kg/cm ²)	66.73

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.



Ricardo Obliatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS DE SUELOS CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Secien Taboada
Atención : Carlos Fernando Secien Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	29773	1.21	75.13
02	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	40.2	11.8	3.403	466	30284	1.21	78.77
03	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	40.4	12.0	3.377	477	31939	1.21	80.96

Promedio (P)	78.29
Desviación estandar (σ)	2.94
Coefficiente de variación (V%)	0.04
F'm (kg/cm ²)	75.34

DONDE :

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.



Ricardo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Atención : Carlos Fernando Seclen Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	30238	1.21	76.30
02	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	40.2	11.8	3.403	466	32183	1.21	83.71
03	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	40.4	12.0	3.377	477	31472	1.21	79.78

Promedio (P)	79.93
Desviación estandar (σ)	3.71
Coficiente de variación (V%)	0.05
F'm (kg/cm ²)	76.22

DONDE:

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Ricardo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA BAILO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS DE SUELOS CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Atención : Carlos Fernando Seclen Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	25125	1.21	83.40
02	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	40.2	11.8	3.403	466	25599	1.21	86.59
03	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	40.4	12.0	3.377	477	26036	1.21	87.52

Promedio (P)	65.84
Desviación estandar (σ)	2.16
Coefficiente de variación (V%)	0.03
F'm (kg/cm ²)	63.68

DONDE:

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.



Rubén Obliatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA BANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE BUELOS, DE BUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Atención : Carlos Fernando Seclen Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	40.1	12.0	3.338	478	23755	1.21	59.94
02	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	40.2	11.8	3.403	488	24067	1.21	62.60
03	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	40.4	12.0	3.377	477	24749	1.21	62.73

Promedio (P)	61.76
Desviación estandar (σ)	1.57
Coefficiente de variación (V%)	0.03
F'm (kg/cm²)	60.19

DONDE :

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.



Rubén Obliatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Serien Taboada
Atribución : Carlos Fernando Serien Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V _m corr.
Nº		(cm)	(cm)	(N/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1 Grupo 1	60.1	12.0	5.008	1022	4967	1.00	4.86
02	M-2 Grupo 1	60.1	11.8	5.089	1003	5796	1.00	5.78
03	M-3 Grupo 1	59.9	12.0	5.008	1019	5972	1.00	5.86

Promedio (P)	5.50
Desviación estándar (σ)	0.56
Coefficiente de variación (V%)	0.10
V _m (kg/cm ²)	4.94

DONDE:

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Rubén Alejandro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Atención : Carlos Fernando Seclen Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V _m corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	60.1	12.0	5.008	1020	5985	1.00	5.87
02	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	60.0	11.8	5.083	1009	6562	1.00	6.50
03	Ladrillo 5% Viruta Acero R.	60.3	12.0	5.042	1022	6699	1.00	6.55

Promedio (P)	6.31
Desviación estandar (σ)	0.33
Coefficiente de variación (V%)	0.06
V _m (kg/cm ²)	5.93

DONDE :

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.



Rubén de la Cruz Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Secén Taboada
Atención : Carlos Fernando Secén Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	60.3	11.9	5.084	1011	7083	1.00	7.01
02	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	60.8	12.2	5.000	1039	7236	1.00	6.97
03	Ladrillo 10% Viruta Acero R.	59.9	12.0	5.013	1019	7399	1.00	7.26

Promedio (P)	7.08
Desviación estandar (σ)	0.16
Coefficiente de variación (V%)	0.02
V'm (kg/cm²)	6.92

DONDE :

h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.



Rizobeneiro Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Seclen Taboada
Atención : Carlos Fernando Seclen Taboada
Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, Chiclayo
Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V _m corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	60.1	12.0	5.008	1018	6652	1.00	6.53
02	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	60.2	11.8	5.102	999	5312	1.00	5.32
03	Ladrillo 15% Viruta Acero R.	60.4	12.0	5.054	1018	5496	1.00	5.40

Promedio (P)	5.75
Desviación estandar (σ)	0.68
Coefficiente de variación (V%)	0.12
V _m (kg/cm ²)	5.07

DONDE :

h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.



Rivero Obliatas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Solicitante : Carlos Fernando Sacien Taboada
 Atención : Carlos Fernando Sacien Taboada
 Proyecto : bloques de concreto para mejorar las propiedades
 mecánicas, Chiclayo
 Lugar : Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
 Fecha de Ensayo : Chiclayo, 16 de Noviembre del 2023

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	V _m corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	60.1	12.0	5.008	1020	4315	1.00	4.23
02	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	60.2	11.8	5.102	1003	4870	1.00	4.86
03	Ladrillo 20% Viruta Acero R.	60.4	12.0	5.054	1018	5038	1.00	4.95

Promedio (P)	4.68
Desviación estándar (σ)	0.39
Coefficiente de variación (V%)	0.08
V _m (kg/cm ²)	4.29

DONDE:

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.



[Handwritten Signature]
 Ricardo Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO