

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO  
DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE  
ASERRÍN METÁLICO EN 1 %, 1.5 % Y 2 %,   
CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autor:**

Edyth Anacarin Huacal Marrufo

**Asesor:**

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

<https://orcid.org/0000-0002-9255-1285>

Cajamarca - Perú

2024

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>David Ordoñez Bringas</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	<b>Tulio Guillen Sheen</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	<b>Orlando Aguilar Aliaga</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD

### Informe de tesis

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to aesanlucas Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Autonoma del Peru Trabajo del estudiante	

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida y la salud, que me ha permitido llegar hasta hoy, por sus bendiciones y amor infinito que me ayuda a seguir adelante. A mis padres y hermanos quienes confían en mí y me inculcan ejemplo de perseverancia y esfuerzo, por su apoyo incondicional que es el motor que me impulsa a lograr cada meta trazada y ser cada día mejor tanto personal como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte Sede Cajamarca por mi formación profesional, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por permitirme desarrollar mis habilidades y adquirir nuevos conocimientos en el trayecto de mi carrera.

A mi asesor Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga por compartir sus conocimientos, experiencia y orientaciones en el desarrollo de la presente tesis.

Al Técnico Víctor Cuzco Minchán, por el asesoramiento en el manejo de las herramientas y equipos en el desarrollo de los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la UPN – Cajamarca.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3. Objetivos.....</b>	<b>26</b>
<b>1.4. Hipótesis.....</b>	<b>26</b>
<b>1.5. Justificación.....</b>	<b>27</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	28
<b>2.1. Tipo de investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Enfoque de la investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Diseño de la investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4. Población.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5. Muestra.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>30</b>
<b>2.7. Procedimiento.....</b>	<b>32</b>
<b>2.8. Conceptualización y operacionalización de las variables.....</b>	<b>55</b>
<b>2.9. Matriz de consistencia.....</b>	<b>56</b>
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	57
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	64
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	75

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.....	21
<b>Tabla 2</b>	Clases de bloques para fines estructurales.....	22
<b>Tabla 3</b>	Ensayo experimental de la muestra .....	30
<b>Tabla 4</b>	Ensayos para la recolección de datos .....	31
<b>Tabla 5</b>	Equipos y herramientas .....	32
<b>Tabla 6</b>	Propiedades del agregado fino.....	57
<b>Tabla 7</b>	Propiedades del agregado grueso. ....	58
<b>Tabla 8</b>	Dosificación del concreto .....	58
<b>Tabla 9</b>	Resistencia a la compresión a los 7 días de curado .....	59
<b>Tabla 10</b>	Resistencia a la compresión a los 14 días de curado .....	60
<b>Tabla 11</b>	Resistencia a la compresión a los 28 días de curado .....	60

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Procedimiento del desarrollo de tesis.....	33
<b>Figura 2</b>	Ubicación de la cantera .....	34
<b>Figura 3</b>	Recolección de aserrín metálico .....	34
<b>Figura 4</b>	Cuarteo de los agregados para la granulometría.....	35
<b>Figura 5</b>	Selección de tamices .....	36
<b>Figura 6</b>	Tamizado de los agregados.....	36
<b>Figura 7</b>	Peso del agregado retenido en cada tamiz .....	37
<b>Figura 8</b>	Peso de la muestra inicial para determinar el contenido de humedad.....	37
<b>Figura 9</b>	Secado de muestras.....	38
<b>Figura 10</b>	Peso del material seco para determinar el contenido de humedad .....	38
<b>Figura 11</b>	Secado del agregado grueso para determinar el peso específico y absorción .....	39
<b>Figura 12</b>	Peso de la muestra en el aire de la muestra saturada con superficie seca. ....	40
<b>Figura 13</b>	Peso sumergido del agregado grueso.....	40
<b>Figura 14</b>	Peso de la muestra seca.....	41
<b>Figura 15</b>	Secado natural del agregado fino para determinar la gravedad específica y absorción. 42	
<b>Figura 16</b>	Peso de la muestra seca al natural.....	42
<b>Figura 17</b>	Humedad superficial del agregado.....	43
<b>Figura 18</b>	Peso del picnómetro aforado de agua .....	43
<b>Figura 19</b>	Peso del picnómetro aforado con agua y muestra.....	44
<b>Figura 20</b>	Secado de la muestra húmeda .....	44
<b>Figura 21</b>	Cuarteo de material para determinar el peso unitario .....	45
<b>Figura 22</b>	Peso del molde.....	45
<b>Figura 23</b>	Compactación del agregado para determinar el peso unitario .....	46
<b>Figura 24</b>	Peso unitario del material compacto .....	47
<b>Figura 25</b>	Llenado del molde con material suelto para determinar el peso unitario.....	47
<b>Figura 26</b>	Peso unitario del material suelto .....	48
<b>Figura 27</b>	Lavado del agregado fino para determinar el material que pasa por el tamiz N°200..	49
<b>Figura 28</b>	Dosificación de los materiales para la elaboración de ladrillos .....	50

<b>Figura 29</b>	Preparación de la mezcla para la elaboración de ladrillos .....	51
<b>Figura 30</b>	Asentamiento del concreto.....	51
<b>Figura 31</b>	Moldeo de la mezcla .....	52
<b>Figura 32</b>	Desmolde y curado de especímenes .....	52
<b>Figura 33</b>	Ruptura de ladrillos en el equipo de compresión axial (ASTM-C39).....	54
<b>Figura 34</b>	Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 7 días de curado.....	59
<b>Figura 35</b>	Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 14 días de curado.....	60
<b>Figura 36</b>	Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 28 días de curado.....	61
<b>Figura 37</b>	Comparación de la Resistencia a la Compresión (%) en relación al tiempo de curado	61

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la resistencia a compresión del ladrillo de concreto vibrado con adición de aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, Cajamarca 2023. Utilizando una metodología de tipo aplicada, nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental. La población lo conforma 120 unidades de ladrillos de concreto vibrado con un diseño de resistencia de  $f'c$  de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , de 24 cm x 13 cm x 9 cm, la muestra fue no probabilística siendo todos los elementos de la población, según la metodología se acudió a la técnica de la observación utilizando como instrumentos para la recolección de datos fichas técnicas, guías, protocolos y las NTP, además se utilizó el software Excel para el procesamiento de datos, logrando resultados óptimos, superando la resistencia de diseño con 4 % en el ladrillo patrón, 6 % con adición de 1 %, 8 % con adición de 1.5 % y 10 % con adición de 2 %, por lo tanto se concluye que el incremento progresivo de la dosificación con aserrín metálico conlleva a mejorar la resistencia del ladrillo de concreto vibrado, dando por aceptada la hipótesis de nuestra investigación.

**PALABRAS CLAVES:** Resistencia a la Compresión, ladrillo de concreto vibrado, aserrín metálico.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

La construcción de una vivienda es una de las primeras acciones que realizó el hombre cuando dejó de ser nómada. El crecimiento rápido de la población y la necesidad de volverse sedentarios encamina al hombre a tomar decisiones rápidas, lo cual muchas veces origina que la instalación de su vivienda sea construida en lugares inadecuados, con materiales de baja calidad y sin supervisión profesional para una ventaja económica, mostrando resultados de deficiencia en su estructura (Horna, 2022).

En otras civilizaciones, se efectuaron construcciones de albañilería aprovechando la materia prima existente en la zona. Por ejemplo, en Egipto se asentaban rocas con mortero de yeso y arena (como las pirámides de Guiza, con unos 400 años de antigüedad; mientras que en Grecia se asentaron piedras con mortero de cal, revestidas con mármol (como el templo a la diosa Atenea “Partenón”, 440 a.C.). En el siglo XVIII, en conjunto con la Revolución industrial (que comenzó en Inglaterra), empezó la industrialización en la fabricación de ladrillos, y se inventaron máquinas como trituradoras, mezcladoras y prensas para moldear mecánicamente el ladrillo (San Bartolomé et. al, 2018).

Los materiales fabricados por la industria del hombre, nos ofrecen con frecuencia mayores ventajas que aquellos productos que debemos emplear en estado natural. Así, la piedra que es de reconocida utilidad y uno de los más hermosos materiales que nos ofrece la naturaleza, suele ser de apropiación no siempre fácil y por regla general de elaboración dificultosa; la madera se corrompe y se degradan sus fibras con el transcurso del tiempo; el hierro se oxida y las diferencias de temperatura y otras causas lo destruyen igualmente, mientras que el ladrillo, producto de la industria humana, posee las ventajas de ser más durable, de

apropiación y elaboración más fáciles y de poderlos fabricar en cantidades muy abundantes en todos los lugares y países (San Bartolomé et. al, 2018).

El ladrillo es una gran alternativa como material de construcción en casi todos los países. Aunque a nivel mundial la demanda es industrial. El ladrillo es el material más utilizado para viviendas de interés social en América Latina debido a sus bajos costos de construcción. A pesar de su uso generalizado, la construcción de mampostería contiene algunas desventajas en la construcción de estas edificaciones. La mayoría de ellos estaban relacionados con la fabricación del ladrillo y el propio proceso constructivo, la variedad de materiales utilizados y muchas veces la mano de obra no calificada (Vásquez, 2016).

Destacamos entonces que el ladrillo es la unidad más importante para lograr este sistema de construcción, siendo el más comercializado en viviendas multifamiliares: El ladrillo artesanal; entre la característica de este material destaca su resistencia a la compresión ( $f^c$ ), según el reglamento de construcción peruano, este debería tener un valor aproximado de  $35 \text{ kg/cm}^2$ , pero investigaciones realizadas en diversos lugares del Perú se encuentra que los resultados están por debajo del valor mínimo de la resistencia. Asimismo, es necesario destacar que el Perú es un país con una tasa grande de sismos el cual afecta directamente en su comportamiento estructural y por el cual todos los ciudadanos deberíamos tomar conciencia y realizar construcciones de viviendas que puedan prever un elevado riesgo sísmico en ellas (Vargas, 2022).

Por consiguiente, uno de los productos más usados en la construcción de las edificaciones en la ciudad de Cajamarca es el ladrillo artesanal de arcilla y de concreto. Este ladrillo, se fabrica teniendo como materia prima el suelo de algunos sitios cercanos a la zona urbana sin control de calidad y en base a la experiencia de los artesanos, y se comercializa desconociendo sus propiedades físicas y mecánicas (Tejada, 2013).

Considerando que la ciudad de Cajamarca se encuentra ubicada en la Zona Sísmica III, y aunque aún no se ha liberado energía de alta intensidad, es probable que ocurra un sismo de gran magnitud, desde fuerte hasta devastador (González, 2017).

Finalmente, los múltiples ensayos realizados, así como las investigaciones teóricas y los movimientos sísmico, han permitido las actualizaciones de la Norma Técnica E.070, estableciendo criterios mínimos para el diseño de construcciones de albañilería.

En este sentido, existen investigaciones que han buscado mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, aportando al impacto ambiental, adicionando residuos de reciclaje como madera, plástico, vidrios, papel, entre otros, El presente estudio se enfocará principalmente al producidos de elementos metálicos, incorporando aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % en los agregados.

Por lo tanto, se presenta como antecedentes, a investigaciones precedentes sobre el tema de investigación que sirven como referencia al presente estudio.

En los antecedentes internacionales destacamos la tesis de investigación de Arroyo & Pertúz , 2022, “Concreto de 21 MPA con viruta de acero al carbono”, teniendo como objetivo principal evaluar la resistencia a la compresión de un concreto de 21 MPa reemplazando 5 %, 10 % y 15 % de viruta de acero al carbono en agregado fino, para el desarrollo del proyecto se aplicó una metodología experimental, teniendo como muestra 36 cilindros de concreto, bajo recomendación de la norma colombiana NSR-10, obteniendo resultados favorables incrementando la resistencia a la compresión con respecto a las muestras estándar. Para la edad de los 7 días el mayor incremento fue del 22.76 % identificado con el porcentaje del 10 % de reemplazo de viruta, para la edad de los 14 días con el porcentaje del 15 % se obtuvo el mayor incremento de 20.6 %, de igual manera para la edad de los 28 días con el porcentaje del 15 % se obtuvo un incremento del 26.8 %, superando a la resistencia de diseño.

La tendencia esperada es que a medida que aumente el porcentaje de reemplazo de agregado fino por viruta se aumente la resistencia a la compresión, sin embargo, esto no es concluyente, debido a que en el porcentaje de reemplazo del 10 % se disminuye el incremento de la resistencia con respecto a la muestra estándar a medida que se incrementa el tiempo de curado, a diferencia de los otros porcentajes evaluados.

Carrera & Severiche, 2019, en la investigación "Incidencia de la adición de aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla", siendo una investigación experimental, tuvo como objetivo general evaluar el efecto de la adición del aserrín fino como reemplazo de la arcilla en diferentes proporciones, para determinar su viabilidad y uso en la construcción. Para esto se tuvo que caracterizar los distintos instrumentos y materiales necesarios para el proceso de fabricación de ladrillos, realizando una adición de aserrín en las diferentes proporciones estudiadas. Se elaboraron 25 ladrillos de 29 cm de largo, 18 cm de ancho y 9 cm de alto, de manera artesanal, los cuales se fabricaron con cinco diferentes adiciones porcentuales de aserrín (0 %, 3 %, 5 %, 7 % y 10 %) como reemplazo de la arcilla. Por cada adición porcentual se realizaron 5 muestras de ladrillos. Posteriormente, fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión y absorción donde se recolectaron los datos para realizar el análisis de acuerdo a la NTC 4017.

Los resultados son el promedio de los datos obtenidos en las 5 diferentes muestras con cada porcentaje de aserrín. Se pudo verificar que para los porcentajes de 0 % se obtuvo un promedio de 151,7 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 3 % se obtuvo 135,3 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 5 % se obtuvo 130,9 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 7 % se obtuvo 144,9 kg/cm<sup>2</sup> y para el 10 % de adición de aserrín se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 125,8 kg/cm<sup>2</sup>,

De tal manera que el aserrín influyó en la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla es negativa, debido a que en el momento de agregarle el porcentaje correspondiente de

aserrín a cada muestra se observa que ningún porcentaje es ideal, ya que, si bien todos superaron el límite designado en la Norma NTC 4017, la resistencia fue disminuyendo conforme aumentaba el porcentaje de aserrín adicionado. En el caso de los ladrillos con 7 % de aserrín agregado en su composición, se notó un aumento de la resistencia a la compresión considerable en comparación con las otras muestras ensayadas.

Beltrán & Fernández, 2022, En su trabajo de investigación “Análisis Comparativo de Propiedades Mecánicas de Bloques de Concreto no Estructurales para Diferentes Dosificaciones de Mezcla Elaborados en el Departamento del Atlántico, Barranquilla-Colombia”, tuvo como objetivo general, analizar las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales a partir de las diferentes dosificaciones de mezcla que se elaboran en la zona oriental del departamento del Atlántico. Utilizando una metodología aplicada de nivel explicativa, por consiguiente para tal fin, se fabricaron bloques semi industriales utilizando máquinas vibro prensadoras y moldes, a partir de diferentes dosificaciones de mezcla y posteriormente testeados frente a los ensayos de resistencia a la compresión, densidad y absorción para evaluar su calidad según los parámetros que exige la norma técnica colombiana NTC 4076, la cual establece los requisitos para unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto, elaborados con cemento Portland, agua, agregados minerales y aditivos, aptas para elaborar mampostería no estructural.

La investigación se desarrolló tomando como muestra 13 lotes de bloques de hormigón de 6 unidades cada uno con dimensiones de 19 cm de ancho x 39 cm de largo x 14 cm de alto de los cuales 7 lotes se elaboraron con dosificaciones propias y 6 lotes con las dosificaciones de los fabricantes locales, de esas 6 dosificaciones, 3 se realizaron utilizando máquinas vibro prensadoras y 3 a partir de moldes. Todos los bloques se fallaron a compresión y se observó que la mayoría de ellos no alcanzó la resistencia exigida por la NTC 4076 de 5 Mpa sobre el área neta medida por unidad. No obstante, como uno de los resultados de la investigación se

plantea una propuesta de dosificación para la fabricación de bloques de tipo no estructural y un acercamiento a la situación actual de muchas bloqueras locales en las que no se aplican los requerimientos que exige la norma NTC 4076 para bloques de tipo no estructural.

Nacionales, Lopez, 2022, en su tesis “Utilización de viruta de acero reciclable para mejorar las propiedades mecánicas en ladrillos de concreto para muros portantes, Lima 2022”, con el objetivo de determinar la influencia de la viruta de acero en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto. Para la presente investigación se usó un diseño experimental con un muestreo no probabilístico de 120 bloques de concreto de 9 cm de alto x 13 cm de ancho x 24 cm de largo adicionando viruta de acero, 4 secos y 8 pilotes analizados según las normas NTP 399.601, NTP 399.604 y NTP 399.624 de resistencia a la tracción y comprensión, la recolección de datos se hizo mediante la técnica de la observación directa, por lo que el instrumento utilizado fue la guía de observación y para los análisis de datos se emplea la estadística inferencial. Por lo tanto, para la solución del problema se buscó mejorar las propiedades de ladrillo de una resistencia requerida de  $155 \text{ kg/cm}^2$ ; adicionando viruta de acero en 0.5 %, 2.5 % y 5 % a toda la mezcla, obteniendo un resultado que al adicionar 5 % de viruta de acero incrementa su resistencia a la comprensión, a los 7 días, en muros se obtiene  $5.96 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días incrementa a  $8.66 \text{ kg/cm}^2$ . Lográndose determinar la influencia que tiene el material en los ladrillos de concreto cumplieron con los parámetros mínimos especificados en la norma E.070.

Natalio Arista & Pérez García, 2022, En su investigación titulada. “Concreto  $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$  con viruta de acero reciclado para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto, 2022”. Asumió el objetivo de diseñar un concreto de  $f'c 280 \text{ kg/cm}^2$  optando adicionar la viruta de acero reciclado reemplazando al agregado fino, se optimizará la resistencia a compresión Tarapoto 2022. La metodología trabajada fue tipo aplicada con enfoque cuantitativo del diseño experimental con resultados donde se comprobaron que las resistencias en compresión del

concreto con la viruta de acero reciclado al 3 %, 5 % y 9 % reemplazando al agregado fino; tuvieron los siguientes datos al 3 %, se determinó una  $f'c$  de 282.08 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, a los 14 días una  $f'c$  de 315.49 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días una  $f'c$  de 365,09 kg/cm<sup>2</sup>. Con el 5 % una  $f'c$  de 294.74 kg/cm<sup>2</sup> a 7 días, a los 14 días una  $f'c$  de 324.96 kg/cm<sup>2</sup> y una  $f'c$  de 367,14 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Finalmente, al 9 % se logró una  $f'c$  de 294.72 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, a los 14 días una  $f'c$  de 326.55 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días una  $f'c$  de 367,25 kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a la conclusión según el comportamiento de los porcentajes del diseño de concreto con viruta de acero reciclado con respecto a la sustitución del agregado fino con resistencia a  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> fue del 9 %, ya que logró una resistencia a compresión de 367,25 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días de curado.

Chumacero, 2022, en su tesis: “Evaluación de las propiedades Fisico-mecánicas de bloques de concreto ligero incorporando polvo de escoria de aluminio, Lambayeque 2022”. Sostiene que los residuos o desechos sólidos industriales como la escoria de aluminio representan un problema medio ambiental, en este contexto, su reutilización es aplicable en la producción de concreto ligero aireado, usando el aluminio contenido en la escoria como agente de aireación. Esta investigación tuvo como objetivo en evaluar las propiedades físico-mecánicas de los bloques de concreto ligero incorporando polvo de escoria de aluminio en porcentajes 3 %, 6 % y 9 % en peso del cemento. El procedimiento es experimental, teniendo como instrumentos fichas técnicas de recolección de datos y la observación directa con una muestra a estudiar de 156 bloques de concreto ligero, para la realización de los ensayos de laboratorio los bloques serán sometidos a la edad de 7, 14 y 28 días de su fabricación. Obteniendo como resultados que, los bloques de concreto ligero con polvo de escoria de aluminio logran solo calificar como unidades de albañilería de uso no estructural, puesto que el polvo cumple con la función de reducción de la densidad del concreto (hasta 1323.39 kg/m<sup>3</sup> para una incorporación de 9 %), sin embargo, su resistencia mecánica también se ve considerablemente disminuida (hasta un 58.26 % con 9 % de polvo de escoria de aluminio respecto a la resistencia a la compresión a 28 días de los bloques sin incorporación).

En los antecedentes locales, Cabanillas & Calderón, 2022, en su tesis de investigación: "Variación en la resistencia a compresión de ladrillos de concreto tradicional y utilizando aditivos plastificante y acelerante, Cajamarca 2022", teniendo como objetivo comparar la variación en la resistencia a compresión de ladrillos de concreto tradicional y de aquellos elaborados utilizando aditivo plastificante y acelerante, empleándose metodología experimental y aplicada, siendo la muestra de 110 unidades lo que implica que se ha considerado más de lo determinado en la Norma Técnica 399.604. Como instrumento se emplearon los protocolos de laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte que han sido elaborados de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP 399.613, NTP 399.604 y NTP 331.017). Obteniendo como resultados que: la resistencia a la compresión a los 21 y 28 días promedio aplicado a 6 muestras de ladrillos de concreto patrón aplicándose el 2 % y 4 % de aditivo plastificante y acelerante, demuestra un mayor valor cuando se adiciona el 4 % de aditivo acelerante con 249.40 kg/cm<sup>2</sup> y 259.68 kg/cm<sup>2</sup> a los días 21 y 28, respectivamente. Concluyendo que, la mayor variación de la resistencia a la compresión fue de 23.06 % en los ladrillos a quienes se les añadió un 4 % de aditivo acelerante a los 28 días de curado.

Paredes, 2023, en su tesis de investigación: "Análisis de las propiedades físico mecánicas de concreto celular para muros de tabiquería con la adición de acero residual en 1 %, 3 % y 5 %, Cajamarca 2023", teniendo como objetivo general el diseño y elaboración de unidades para muros de tabiquería elaborados con concreto celular con la adición de acero residual en los porcentajes de 1 %, 3 % y 5 %; y que también cumplan con los requerimientos de las propiedades físico – mecánicas establecidos en la normativa peruana correspondiente, realizándose para ello ensayos de laboratorio del agregado fino para así poder determinar la dosificación óptima de diseño. Se elaboraron 68 especímenes, de los cuales se desprende en que 17 especímenes serán la muestra patrón, y otros 17 para cada adición de acero residual de 1 %, 3 % y 5 %, en los cuales se mantuvo la dosificación de espuma con una densidad de

70 kg/m<sup>3</sup> generada a partir de jabón líquido batido con la ayuda de un taladro y un revolovedor y adicionado acero residual que pasó por el tamiz N° 40 en porcentajes de 1 %, 3 % y 5 %. Los resultados experimentales de las unidades de concreto celular para muros de tabiquería dedujeron que la resistencia a la compresión se puede inferir que toda la muestra estudiada supera la resistencia a la compresión que estipula la norma para un ladrillo no portante, con una resistencia a la compresión de 138.07 kg/cm<sup>2</sup> que indica que las unidades de tabiquería sin adición de acero residual pertenecen a la clase de ladrillo III al igual que los especímenes con 3 % de adición con una resistencia de 120.41 kg/cm<sup>2</sup> y con 5 % con f'c de 96.96 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que las unidades de tabiquería con 1 % con f'c de 139.74 kg/cm<sup>2</sup> se encontraría dentro de la clase de ladrillo IV, por consiguiente los ladrillos de concreto celular resultan ser apropiados para la elaboración de muros de tabiquería y que además son menos pesados que los ladrillos artesanales de concreto.

Díaz & Hernández, 2023, la investigación: “Comportamiento mecánico de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5 %, 1.5 % y 2.5 %”, tiene como objetivo general determinar el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5 %, 1.5 % y 2.5 %, para la cual se aplicó una metodología experimental, con una muestra de 84 especímenes de 24 x 14 x 9 cm con un diseño de resistencia de 130 kg/cm<sup>2</sup>, de los cuales se elaboró 12 ladrillos para cada porcentaje mencionado con adición de fibra de bagazo de caña y propileno con respecto al peso del agregado grueso, obteniendo como resultado que el ladrillo patrón superó la resistencia proyectada llegando a una resistencia de compresión promedio de 175.75 kg/cm<sup>2</sup>, mientras disminuyendo la resistencia con la adición del bagazo de caña, en porcentaje de 0.5 % se obtuvo una resistencia promedio de 124.18 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5 %, llegó a 67.74 % y con 2.5 %, 50.62 %, mientras que con la adición de polipropileno se obtuvo resultados favorables, aumentando la

resistencia, con adición de 0.5 % se llegó a  $f'c$  de 165.96 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5%, a  $f'c$  de 201.85 kg/cm<sup>2</sup> y con 2.5 %, se obtuvo una  $f'c$  de 192.24 kg/cm<sup>2</sup>.

Cabanillas, 2019, En su tesis de investigación: “Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concreto reciclado, en diferentes porcentajes”, tuvo como objetivo comparar la resistencia de los ladrillos elaborados con reemplazo del 10 %, 15 % y 20 % de concreto y ladrillo industrial reciclados, individualmente como agregado grueso, con respecto a la muestra patrón, siendo una investigación experimental se trabajó con una muestra de 126 ladrillos de concreto, representativamente por 10 para cada porcentaje, tiene como instrumento la observación directa y las fichas técnica para la recolección de datos, teniendo como resultados que para ladrillos con reemplazo de concreto reciclado del 10 %, 15 % y 20 % la resistencia incrementa en relación al ladrillo patrón en 2.77 %, 1.42 % y 1.11 % respectivamente, para ladrillos con reemplazo de ladrillo reciclado del 10 % y 15 % la resistencia incrementa en 8.23 % y 6.07 % respectivamente, y únicamente para ladrillos con reemplazo con ladrillo reciclado en 20 % la resistencia disminuye en 6.79 %.

Por otro lado, se tiene en cuenta aquellas bases teóricas de contenido relevante, relacionadas al tema de investigación, como se detalla a continuación.

**Albañilería o mampostería.** se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre si con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda (Bartolomé & Silva 2018).

**Unidad de albañilería.** De acuerdo a sus características físicas se dividen en ladrillos y bloques elaborados de arcilla cocida, de concreto o de sílice, cal y puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular, así mismo según la Norma Técnica E.70 Albañilería, 2020, las unidades de

albañilería, se someterán a ensayos de laboratorio, de acuerdo al procedimiento indicado en NTP 399.613 y 399.604, para determinar la Variación Dimensional, Alabeo, Resistencia a la Compresión y Absorción. Cabe indicar que en el presente proyecto determinaremos la característica mecánica, Resistencia a la Compresión.

**Ladrillo.** Es aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano y se usan en la construcción de la albañilería confinada, sus dimensiones comunes son: ancho de 11 a 14 cm, largo de 23 a 29 cm, altura de 6 a 9 cm, y su peso oscila entre 3 y 6 kg (San Bartolomé et. al, 2018).

- **Clasificación de ladrillos para fines estructurales.**

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente ilustración.

**Tabla 1**

*Clases de unidad de albañilería para fines estructurales*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	<b>Ladrillo I</b>	± 8	± 6		
<b>Ladrillo II</b>	± 7	± 6	± 4	8	6,6 (70)
<b>Ladrillo III</b>	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
<b>Ladrillo IV</b>	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
<b>Ladrillo V</b>	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)

*Fuente:* (Norma Técnica E.70 Albañilería, 2020)

**Bloques.** El bloque es una unidad alveolar que requiere dos manos para manipularlo debido a su tamaño y peso. La norma técnica también indica que en su fabricación se utilizan como materias primas arcilla, cal silícea u hormigón y sus componentes de albañilería. El

hormigón se utiliza una vez que se ha logrado su resistencia y estabilidad volumétrica. El tiempo mínimo de trabajo para dispositivos curados con agua es de 28 días según lo establecido en la Norma Técnica E.70 Albañilería, 2020.

- **Clasificación de bloques para fines estructurales.**

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características que se detalla.

**Tabla 2**

*Clases de bloques para fines estructurales*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta.
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
<b>Bloque P</b> <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
<b>Bloque NP</b> <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

*Fuente:* (Norma Técnica E.70 Albañilería, 2020)

**Concreto.** Es un material compuesto por cemento, grava, arena y agua que actúa como conglomerante con o sin aditivos, donde se utiliza en la construcción de diversos elementos estructurales de una edificación que están sometidos a cargas vivas y muertas (Chumacero & Pardo, 2022).

**Diseño de mezclas.** Cordero, et.al, 2019, define que el diseño de mezclas es el proceso de selección de los materiales y sus proporciones para la producción del concreto según los requerimientos de resistencia, costos, peso, durabilidad y apariencia de acabados, el diseño de mezclas tener las siguientes características.

- Trabajable para ser colocado y consolidado correctamente sin segregación superficial, con capacidad de moldeo, cohesión y compactibilidad.
- Consistente para la movilidad relativa de la mezcla de concreto, la cual se mide en términos de asentamiento.
- Resistencia, a la edad de 28 días, es tomada con frecuencia como un parámetro de diseño estructural, dosificación y evaluación del concreto.
- Relación agua – cemento, se define como a/c y para un determinado conjunto de materiales y condiciones, la resistencia del concreto es determinada por la cantidad neta de agua usada por cantidad de cemento; esta no toma en cuenta la absorción de los agregados.
- Durabilidad, el concreto debe ser capaz de soportar las condiciones de exposición a las que esté sometido (congelamiento, deshielo, calentamiento y otros agentes de su entorno).
- Densidad, para ciertas aplicaciones, el concreto puede ser usado por sus características de peso.

**Concreto vibrado.** La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodado y se van asentando uniformemente y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

- **Propiedades Ingenieriles:** Según Gallegos & Casabonne (2005) tenemos:

**a. Relacionadas con la resistencia estructural:**

Resistencia a la compresión: Es una propiedad mecánica que experimenta la unidad y le permite aguantar carga por aplastamiento.

Variabilidad dimensional con relación a la unidad nominal, principalmente, la variabilidad de la altura del ladrillo.

Alabeos, evaluados según su concavidad o convexidad en la superficie inferior. Succión o velocidad inicial de absorción en la superficie inferior.

**b. Relacionadas con la durabilidad.**

*Absorción:* Es la propiedad física que está relacionada con la técnica para conservar agua en condición líquida.

*Resistencia a la congelación:* Es la competencia que tienen las unidades para sostener el frío manteniendo sus características ni padecer roturas.

*Resistencia al fuego:* Es la propiedad física que padecen las unidades basadas en resistir el calor sin padecer fracturas.

*Aislamiento térmico:* Es la propiedad física de las unidades que tienen baja conductividad térmica, porque no consiente el traspaso de calor.

**Ladrillos de concreto vibrado.** Define como elementos, moldeados, que se adaptan a un manipuleo, especialmente diseñado para la albañilería armada y confinada con acabado tarrajado o también con terminado caravista. Para su fabricación se requiere de materiales usuales del concreto, es decir, arena, cemento y agua; siendo posible su elaboración manualmente (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

**Metales:** Se denominan metales a los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad. Poseen alta densidad y son sólidos a temperatura ambiente.

**El acero.** Sin duda es el metal más usado en construcción, y también el más reciclado. Permite elaborar estructuras muy resistentes a precios bajos. El acero corrugado o acero de refuerzo para la construcción es esencial en combinación con el hormigón, para dar forma de manera conjunta a elementos estructurales.

Por su parte, el acero inoxidable para construcción también se usa en forma de barras macizas como refuerzo del hormigón y para la fabricación de ferrocemento. Es más, se ha comprobado que su excelente durabilidad es incluso superior al acero al carbono (Huamaní, 2023).

**El hierro.** Las vigas de hierro, elaboradas con perfiles estructurales del mismo material, son una de las aplicaciones más destacadas del hierro en la construcción. Soportan altas tensiones debidas a grandes cargas, por lo que también se emplean para pilares y forjados.

De igual forma la malla de hierro o malla de construcción es necesaria tanto en la construcción civil como en la industrial. Muy fácil de almacenar, transportar e instalar, se obtienen los mismos resultados con malla, pero menos acero que usando barras sueltas. Además, los tubos de hierro (cuadrados, redondos o rectangulares) deberían doblarse mejor que los perfiles estructurales y son más rentables. Se utilizan en rascacielos, pero también en pequeños elementos como balcones, barandillas, escaleras, andamios, etc (Alsimet, 2022).

**El aluminio.** Debido a sus propiedades únicas, es un material muy utilizado en la industria de la construcción. Este metal ligero y resistente se encuentra en todo, desde ventanas y puertas hasta fachadas y revestimientos de paredes. También es un material muy maleable, lo que significa que se puede moldear en diferentes formas y tamaños. Esto lo hace ideal para su uso en proyectos arquitectónicos complejos donde se requiere flexibilidad y adaptabilidad... (Muratalla, 2023)

**El cobre.** Es resistente, duradero, maleable y versátil, además de 100 % reciclable. Lo vemos en acabados estéticos en combinación con ladrillo, vidrio o madera o como recubrimientos de fachadas, cubiertas, revestimientos en general e interiores. Pero, sobre

todo, se usa en la conducción de agua, por su resistencia a la corrosión, en la climatización y para el cableado eléctrico por su excelente conductividad. Además, el cobre es fundamental en la construcción sostenible, puesto que ayuda a reducir emisiones y a mantener una buena calidad de aire interior, algo clave en la mayoría de estándares constructivos sostenibles (Huamaní, 2023).

**Aserrín:** El aserrín es el conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la madera y de elementos metálicos, producidas a partir de cortes, trituración o molienda de los materiales.

## 1.2. Formulación del problema.

¿Cómo varía la resistencia a la compresión del ladrillo con la adición de aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % en la resistencia a compresión del ladrillo en Cajamarca?

## 1.3. Objetivos

### Objetivo General

Determinar la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, Cajamarca 2023.

### Objetivos Específicos

- a. Elaborar el diseño de mezclas por el método ACI 211.1.
- b. Determinar las propiedades físicas mecánicas de los agregados.
- c. Determinar la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %.

## 1.4. Hipótesis

La resistencia del ladrillo de concreto vibrado aumenta hasta el 10 %, al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % respectivamente.

## 1.5. Justificación

Actualmente las construcciones de edificaciones más comunes son las de albañilería confinada con unidades de arcilla cocida y los de concreto, los mismo que en su mayoría son elaborados artesanalmente sin un control de calidad, omitiendo los criterios mínimos que establece las NTP. Por lo tanto, el presente proyecto se enfoca desde el punto de vista teórico a aportar nuevos conocimientos buscando mejorar las propiedades del ladrillo de concreto vibrado incorporando aserrín metálico, siendo un aditivo alternativo que lleva a la variación de resistencia a compresión, teniendo en cuenta las NTP 399.601, NTP 399.604. Así mismo con este proceso se busca reducir la contaminación ambiental que se genera con el desperdicio de elementos metálicos con el fin de reutilizar evitando que se convierta en un pasivo ambiental.

Desde el punto de vista metodológico se busca determinar las variaciones de la resistencia a compresión y otras propiedades a través de un diseño experimental en laboratorio de la UPN con muestras representativas incorporadas aserrín metálico en los porcentajes de 1 %, 1.5 % y 2 %.

Así mismo, desde el punto de vista práctico los resultados de cada muestra evaluada nos permitirán conocer las variaciones de propiedades mecánicas de las unidades de albañilería de concreto vibrado con fines estructurales, sirviendo como sustento para la investigación.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que “se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, es decir, busca la aplicación o utilización de conocimientos, desde una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo” así como lo indica Cevallos et al., 2017, el presente trabajo de investigación está enfocado en analizar la resistencia a la compresión del ladrillo adicionando aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, para ser usado en nuevas construcciones. En cuanto al nivel es descriptivo, según Hernández et.al, 2014, "intenta definir los rasgos y características esenciales de cualquier fenómeno bajo análisis. Describe las tendencias en un grupo o población”.

### **2.2. Enfoque de la investigación.**

Nuestro enfoque de investigación es de naturaleza cuantitativa, ya que se basa en datos cuantitativos obtenidos a través de mediciones y observaciones. Cevallos et. al., 2017, indica que el análisis de los datos obtenidos mediante metodología cuantitativa se realiza con cálculos estadísticos para determinar las variables y modelos estándar a partir de los cuales se obtienen los resultados y conclusiones de la investigación”; por lo que se utiliza el software Excel para la recolección y análisis de datos V2023

### **2.3. Diseño de la investigación.**

“El diseño de la presente investigación es experimental, Hernández et.al, 2014, indica que la relación causa- efecto, aplica la experiencia y observación manipulando de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)”, dado que la presente

investigación consiste en la elaboración de ladrillos de concreto vibrado con adición de aserrín metálico en porcentajes de 1 %, 1.5 % y 2 %.

#### **2.4. Población.**

Según, Gallardo, 2017, la población es la “totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando conjunto N de entidades que participan de una determinada característica y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”, por lo que la población de la presente investigación es de 120 unidades de ladrillos sólidos de concreto vibrado de 24 cm de largo x 13 cm de ancho x 9 cm de alto.

#### **2.5. Muestra**

Según, Hernández et.al, 2014, “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”, en tanto al tipo de la muestra es no probabilística, “también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización”, seleccionándose por “muestreo por conveniencia, estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso de la investigación”, por lo que la muestra serán todos los elementos de la población puesto que el tamaño de la población resulta ser un tamaño representativo para realizar la investigación. La misma que se distribuirá de la siguiente manera.

**Tabla 3**

*Ensayo experimental de la muestra*

ENSAYOS	NORMA TÉCNICA	LADRILLO PATRÓN	LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO			
			1%	1.5%	2%	TOTAL
Resistencia a compresión a los 7 días	NTP 399.604.	10	10	10	10	40
Resistencia a compresión a los 14 días	NTP 399.604.	10	10	10	10	40
Resistencia a compresión a los 28 días	NTP 399.604.	10	10	10	10	40
<b>TOTAL, UND.</b>	=	30	30	30	30	<b>120</b>

*Nota:* La tabla 3 muestra la distribución de los elementos, de las cuales 10 de cada adición representan a un tiempo de curado.

### 2.6 Técnica e instrumentos de recolección de datos:

Siendo la investigación de tipo aplicada del nivel descriptivo, se necesitará acudir a la técnica de la observación experimental. Según Gallardo, 2017, “es la más común de las técnicas de investigación, consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o conducta, mediante la observación directa de cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de los objetivos de investigación preestablecidos”. Los pasos que integran esta técnica son: (a) Determinar el objeto que se va a observar; (b) Concretar el para qué se va a observar; (c) Establecer la forma como se van a registrar los datos; (d) Observar detallada, rigurosa y críticamente; (e) Registrar los datos observados; (f) Analizar e interpretar los datos; y, (g) Elaborar conclusiones.

Para el desarrollo de la investigación utilizaremos los siguientes Instrumentos.

- **Fichas Técnicas.** Según la definición de Baena, 2014, las fichas son los instrumentos tradicionales para ir recabando los datos de la investigación, donde consta la metodología y el proceso que se ha seguido para realizar el estudio, la información que se debe incluir en las

fichas técnicas debe contener título y objetivo del estudio, descripción de las variables de estudio y periodo de recolección de los datos de trabajo.

- **Software Excel.** Para el procesamiento de datos.

**Tabla 4**

*Ensayos para la recolección de datos*

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Análisis granulométrico de agregados</b>	MTC E204, ASTM C136 y NTP 400.012	El material se pasa por varios tamices para determinar la distribución de tamaño de los elementos que componen la muestra.
<b>Contenido de humedad.</b>	MTC E 108, ASTM D2216 y NTP 339.127	En este método, se seca una muestra de agregado y se compara su peso antes y después del secado para determinar su porcentaje de humedad.
<b>Peso específico y absorción de agregados.</b>	MTC E205,206 – ASTM C127, 128 – NTP 400.021 y 400.022	Se registra el peso y volumen que ocupa el agregado en sus diferentes estados, seco, saturado, saturado superficialmente seco y se determina el peso específico del material.
<b>Peso unitario de los agregados.</b>	MTC E 203, ASTM C29 y NTP 400.017	Se determina el peso del agregado por volumen ocupado, se registrará el peso que tiene un recipiente completamente lleno de material seco vaciado de manera suelta y de manera compactada, conociendo el volumen de dicho recipiente se calculará el peso del agregado por volumen ocupado.
<b>Asentamiento del concreto (slump)</b>	MTC E705 – ASTM C143 – NTP 339.035	Consiste en determinar las cargas a las cuales es sometido el ladrillo y las deformaciones que estas causan, determinando la resistencia final de la unidad de albañilería
<b>Resistencia a la compresión.</b>	NTP 399.604	Este ensayo se realiza sobre ladrillos de hormigón vibrado para conocer las propiedades mecánicas. Se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área y se expresa en esfuerzos, generalmente en unidades de kg/cm <sup>2</sup> , MPa.

*Nota:* En la tabla 4 se muestra el proceso para la elaboración de ladrillo.

**Tabla 5**
*Equipos y herramientas*

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>
<b>Análisis granulométrico de agregados</b>	Balanza, Horno, Tamices para agregado fino, Tamices para agregado grueso, Agitador mecánico de tamices.
<b>Contenido de humedad.</b>	Balanza, horno, recipientes para la muestra.
<b>Peso específico y absorción de agregados</b>	Balanza, picnómetro, frasco, molde cónico, barra compactadora, horno.
<b>Peso unitario de los agregados.</b>	Balanza, varilla de apisonado, recipiente, pala o cucharón.
<b>Asentamiento del concreto (Slump)</b>	Cono de Abrams Varilla de acero liso de 5/8" Cucharón Cinta métrica (wincha)
<b>Resistencia a la compresión.</b>	Máquina de compresión Axial

*Nota:* Los equipos y herramientas que se detallan en la tabla 5, serán utilizados para realizar los ensayos requeridos.

**Análisis de datos.** Los datos obtenidos en el laboratorio se expresarán como tablas y gráficos en el software Excel para obtener resultados.

**Validez y confiabilidad.** Cada uno de los ensayos tiene un respaldo científico, demostrada a través de la aplicación de fundamentos aprobados en Normas Técnicas y demostración científica.

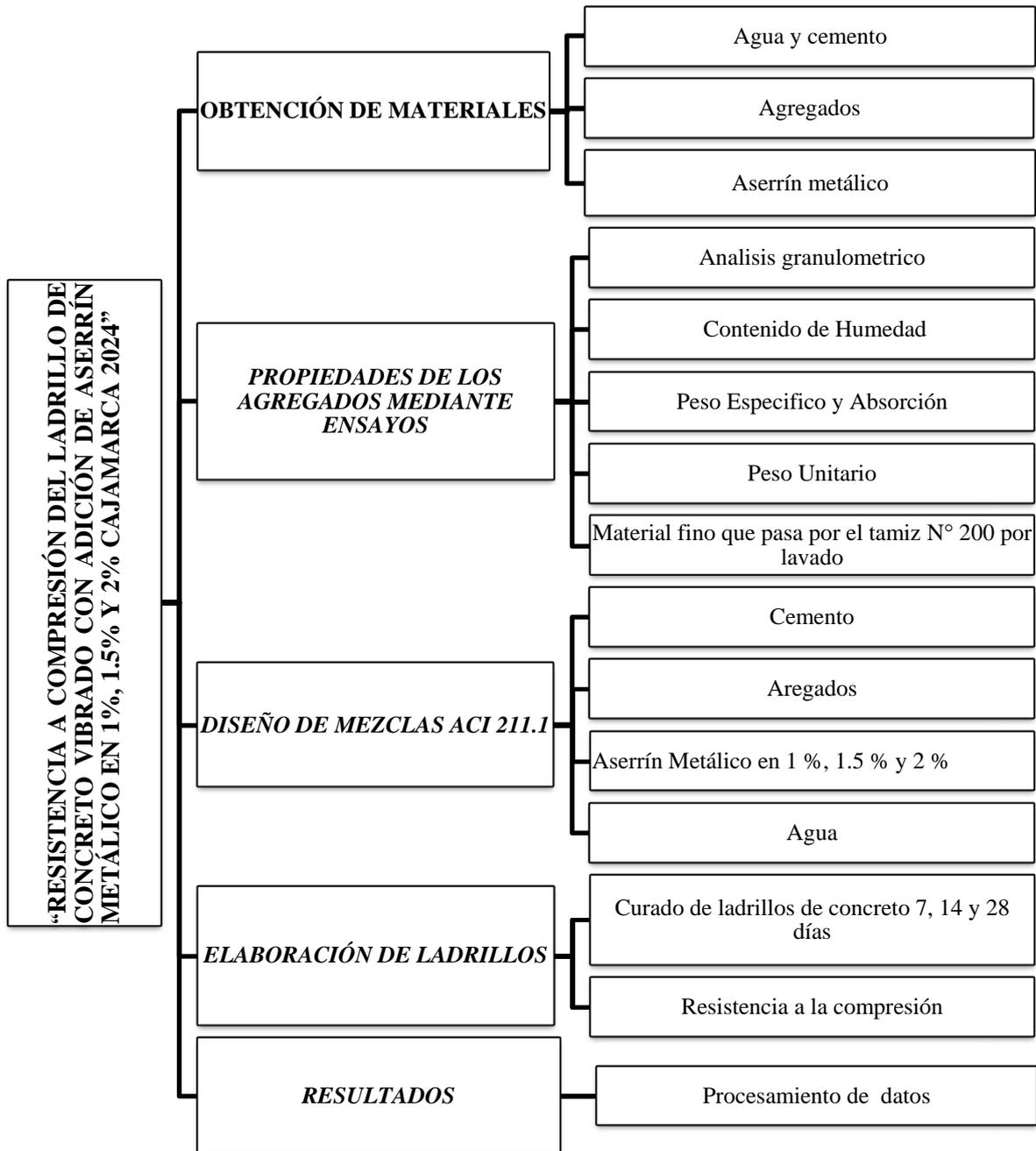
Jaramillo & Osses, 2012, indican que la confiabilidad de un instrumento de medición que se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados, (...) y la validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

## **2.7. Procedimiento.**

Para el desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo una serie de procedimientos basados en ensayos de laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte Cajamarca y los cálculos requeridos según las Normas Técnicas Peruanas, guías y protocolos de la UPN.

**Figura 1 :**

*Procedimiento del desarrollo de tesis.*



### 2.7.1. Obtención de los materiales.

La obtención de agregados se realizó en la cantera Purguay, ubicada a 30 minutos de la ciudad de Cajamarca, con las coordenadas UTM Este: 772947.31 y Norte: 9213173.64.

#### Figura 2

*Ubicación de la cantera*



*Nota.* Obtención de agregados

Así mismo el aserrín metálico se obtuvo de los tornos, donde se realizan trabajos mecanizados con materiales metálicos utilizando equipos y herramientas de corte adecuado.

#### Figura 3

*Recolección de aserrín metálico*



## 2.7.2. Ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

Para determinar las propiedades de los agregados, se realizaron una serie de ensayos, basados en las Guías y Protocolos del laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte de Cajamarca, donde se detallan, los materiales, equipos, herramientas y procedimiento para realizar los ensayos.

### 1. Análisis Granulométrico

- *Procedimiento*

- Se realizó el cuarteo de la muestra seleccionada.

#### Figura 4

*Cuarteo de los agregados para la granulometría*



*Nota.* En la figura se muestra el cuarteo de los agregados para el tamizado.

- Luego se seleccionó los tamices requeridos de acuerdo al huso granulométrico, para el agregado fino se consideran los tamices N° 4 (4.75 mm), N° 8 (2.36 mm), N° 16 (1.18 mm), N° 30 (0.60 mm), N° 50 (0.30 mm), 100 (0.15 mm) y N° 200 (0.075 mm), así mismo el agregado grueso pasará por los tamices según su tamaño, considerando hasta el tamiz N° 4 (4.75 mm).

## Figura 5

### *Selección de tamices*



- Seguido se agitó los tamices manualmente con movimientos verticales o laterales.

## Figura 6

### *Tamizado de los agregados*



*Nota.* La figura muestra el tamizado manual de los agregados

- Por último, se pesó el material retenido en cada tamiz y se determinó el módulo de fineza del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

**Figura 7**

*Peso del agregado retenido en cada tamiz.*



## 2. Contenido de humedad.

- **Procedimiento**

- Se pesó la muestra inicial en estado natural.

**Figura 8**

*Peso de la muestra inicial para determinar el contenido de humedad.*



- Luego se llevó la muestra al horno durante 24 horas.

### Figura 9

*Secado de muestras*



*Nota.* La figura muestra el secado en estufa de los agregados

- Finalmente se pesó la muestra seca y se determinó el porcentaje promedio de humedad.

### Figura 10

*Peso del material seco para determinar el contenido de humedad*



*Nota:* En la figura se aprecia el peso de los agregados en estado seco

### 3. **Peso específico y absorción del agregado grueso.**

- **Procedimiento**

- Primero se lavó la muestra hasta eliminar todo tipo de polvo.
- Seguidamente se sumergió la muestra en un recipiente con agua durante 24 horas, teniendo en cuenta que el agua debe sobrepasar 2 cm como mínimo sobre la muestra.
- Luego se escurrió el agua y secamos el material con una tela absorbente, hasta eliminar el agua superficial visible.

#### **Figura 11**

*Secado del agregado grueso para determinar el peso específico y absorción*



- Posteriormente se pesó la muestra para obtener el peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca.

**Figura 12**

*Peso de la muestra en el aire de la muestra saturada con superficie seca.*



- A continuación, colocamos la muestra en la canastilla y determinamos el peso sumergido en agua de la muestra saturada.

**Figura 13**

*Peso sumergido del agregado grueso*



- Después de retiramos la muestra del agua, se lleva al horno por 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Finalmente se pesó la muestra desecada y se determina el peso específico aparente, nominal y la absorción.

#### **Figura 14**

*Peso de la muestra seca*



#### **4. Gravedad específica y absorción de agregados finos.**

- ***Procedimiento***

- La muestra fue sumergida en agua durante 24 horas en un recipiente, con la finalidad de llenar los poros de las partículas, teniendo en cuenta que el agua sobrepase 2 cm como mínimo sobre la muestra.
- Luego se escurrió el agua y se dejó secar la muestra al aire libre en una bandeja plana hasta obtener una masa constante.

**Figura 15**

*Secado natural del agregado fino para determinar la gravedad específica y absorción*



- Después se determinó el peso de la muestra saturada en superficie seca.

**Figura 16**

*Peso de la muestra seca al natural*



- Posteriormente para determinar la humedad superficial de la muestra se llenó el molde metálico tipo cono y se apisonó con la barra compactadora con 25 golpes, luego se levantando el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está todavía presente, el agregado fino conservará la forma moldeada.

La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

**Figura 17**

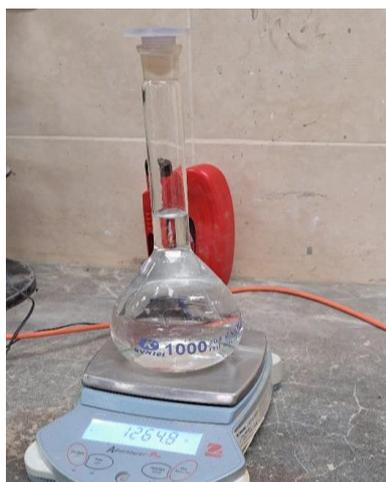
*Humedad superficial del agregado*



- Seguidamente se pesó el picnómetro aforado de agua hasta la línea de graduación.

**Figura 18**

*Peso del picnómetro aforado de agua*



- Luego el picnómetro se llenó parcialmente para introducir la muestra de saturada seca superficialmente, además se llenó agua adicional hasta el 90% de

su capacidad, para luego ser agitada manualmente hasta eliminar las burbujas de aire visible y determinar su peso.

### Figura 19

*Peso del picnómetro aforado con agua y muestra*



- Después se eliminó el agua y se extrajo la muestra húmeda para llevarla al horno por 24 horas.

### Figura 20

*Secado de la muestra húmeda*



- Finalmente se pesó la masa desecada y se determinó la gravedad específica y la absorción.

### 5. Peso Unitario de los agregados

- ***Procedimiento para el peso unitario de material compacto.***

- Primero se realizó el cuarteo de material.

#### **Figura 21**

*Cuarteo de material para determinar el peso unitario*



- Seguido, se determinó el peso del recipiente metálico vacío.

#### **Figura 22**

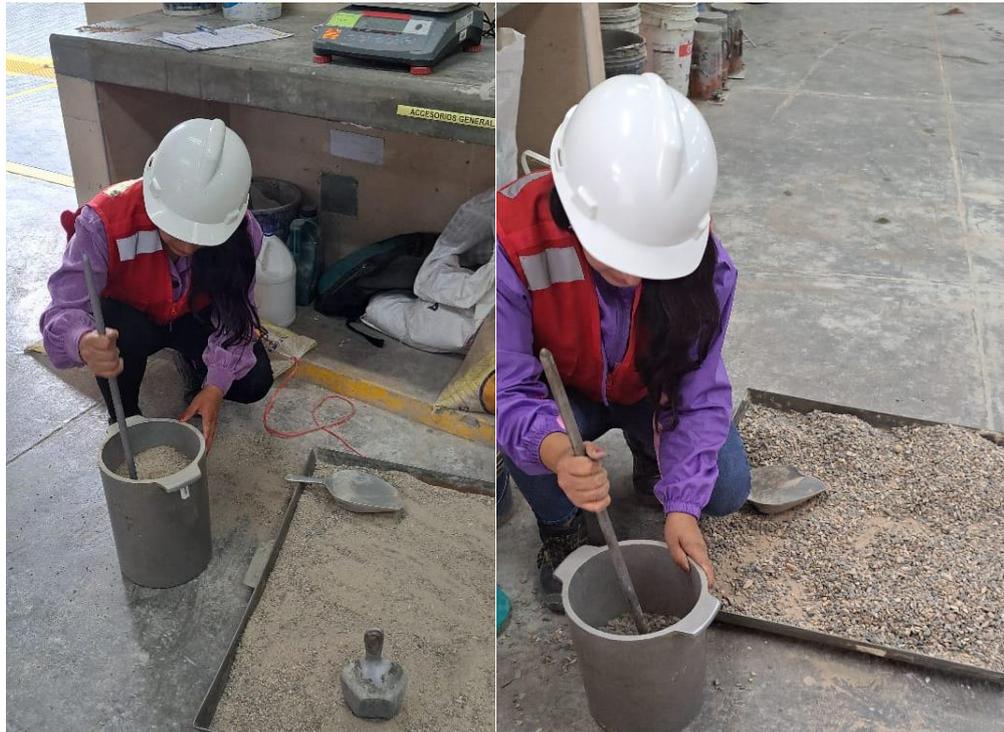
*Pesó del molde*



- Luego se llenó el recipiente metálico a un tercio del volumen total, nivelando manualmente y apisonando la capa uniformemente con 25 golpes con la varilla de acero sobre la superficie, teniendo en cuenta de no llegar hasta la base.

### Figura 23

*Compactación del agregado para determinar el peso unitario*



*Nota.* Compactación del agregado fino y agregado grueso

- De igual manera se agregó más material sobre la capa compactada hasta alcanzar los 2 tercios del recipiente, nivelando manualmente y apisonando la capa uniformemente con 25 golpes con la varilla de compactación de 16 mm de diámetro, teniendo en cuenta de no pasar la primera capa.
- Finalmente se llenó el recipiente sobre la capa compactada hasta alcanzar el volumen total y realizar el mismo procedimiento que se detalló anteriormente y registrar el peso de la masa compactada más el molde.

**Figura 24**

*Peso unitario del material compacto*



- ***Procedimiento para el peso del material suelto.***
  - Primeramente, se pesó el recipiente metálico vacío.
  - Seguidamente se realizó el cuarteo de material.
  - Luego se llenó el recipiente metálico hasta el reboce con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo.

**Figura 25**

*Llenado del molde con material suelto para determinar el peso unitario*



- Seguidamente se niveló la superficie del agregado manualmente de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
- Finalmente se pesó la muestra más el molde y se determinó el peso unitario suelto.

### Figura 26

*Peso unitario del material suelto*



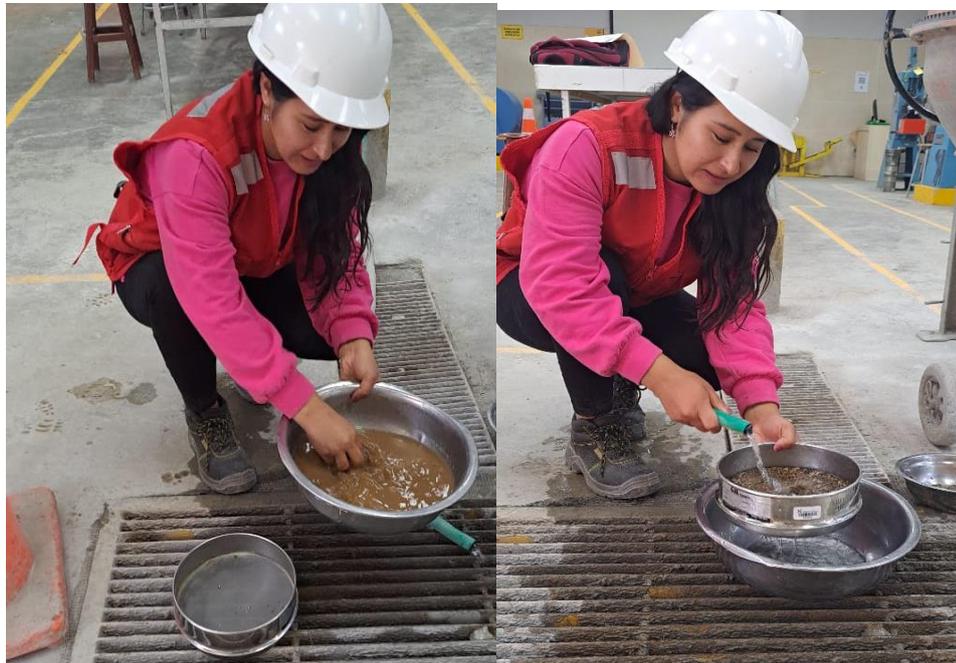
### 6. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200 por lavado

- *Procedimiento.*

- Primero se registró el peso de la muestra seleccionada.
- Luego se colocó la muestra en un recipiente adecuado y se adicionó agua, agitando la muestra vigorosamente con la finalidad de provocar una separación de las partículas finas y gruesas.
- Seguidamente escurrir el agua sobre el tamiz N° 200, adicionar tantas cargas de agua a la muestra hasta que el agua de lavado se encuentre clara.

**Figura 27**

*Lavado del agregado fino para determinar el material que pasa por el tamiz N°200*



- Finalmente retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua y llevar al horno por 24 horas, registrando el peso de la muestra lavada y seca.

### **2.7.3. Diseño de mezclas para el concreto.**

El diseño de mezclas del concreto se elaboró mediante el método ACI 211.1, con los datos obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la UPN, para una resistencia promedio de 175 kg/cm<sup>2</sup> con la finalidad de determinar una combinación correcta de los materiales, cemento, agua, agregados y como aditivo aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % con respecto a los agregados, se consideró un Slump de (1”) de consistencia seca, con el fin de producir una mezcla que cumpla el grado requerido de trabajabilidad que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse.

#### 2.7.4. Elaboración de ladrillos.

- **Materiales.**

- Cemento tipo I, agregado fino, agregado grueso de 3/8” (confitillo), agua y aserrín metálico.

- **Equipos y herramientas.**

- Molde metálico de 24 cm x 13 cm x 9 cm, trompo, carreterilla, mesa vibradora, cucharon, pala y regla niveladora.

- **Procedimiento**

- Primero se determinó el peso de los materiales de acuerdo al diseño de mezclas para la elaboración de los ladrillos detallados en la muestra.

#### Figura 28

*Dosificación de los materiales para la elaboración de ladrillos*



*Nota.* En la figura se aprecia el peso de los materiales de acuerdo al diseño de mezcla.

- Seguido se procedió a mezclar los materiales requeridos para la elaboración de los ladrillos patrón y ladrillos con adición de 1 %, 1.5 % y 2 % de aserrín metálico con respecto a los agregados.

**Figura 29**

*Preparación de la mezcla para la elaboración de ladrillos*



- Se verificó el asentamiento (SLUMP) para cada mezcla realizada para ladrillos patrón y ladrillos con adición de 1 %, 1.5 % y 2 % de aserrín metálico en agregados.

**Figura 30**

*Asentamiento del concreto*



- Luego se elaboró los ladrillos, llenando de manera progresiva el molde metálico con mezcla sobre la mesa vibradora y eliminando el material excedente hasta quedar nivelado.

**Figura 31**

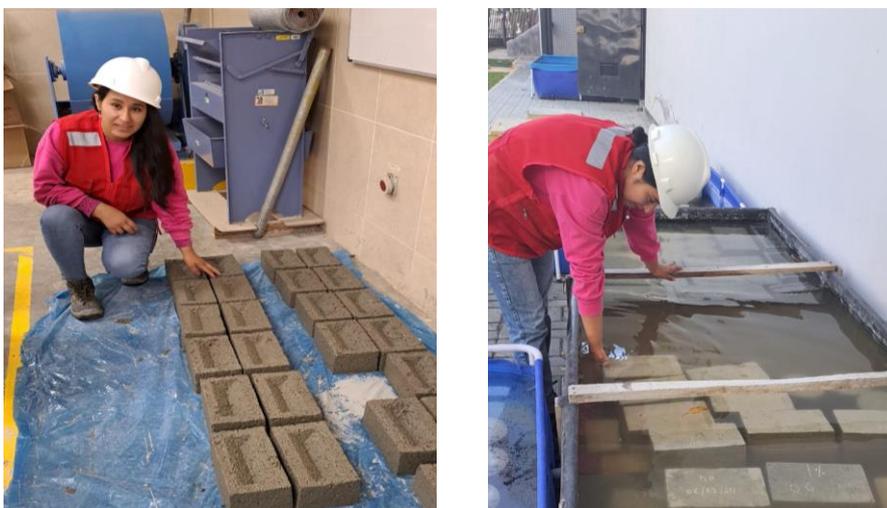
*Moldeo de la mezcla*



- Por último, se realizó el desmolde y se dejó secar 24 horas al aire libre para que finalmente pase al curado de 7, 14 y 28 días.

**Figura 32**

*Desmolde y curado de especímenes*



## 2.7.5. Propiedades mecánicas del ladrillo.

### 7. Resistencia a la compresión.

Para determinar la resistencia a la compresión se realizó los siguientes pasos.

- A los 7, 14 y 28 días de curado se realizó las medidas correspondientes de los especímenes para determinar el área en  $\text{cm}^2$ .
- Luego cada espécimen en el tiempo determinado de curado, pasó a la ruptura en el equipo de ensayo de compresión axila (ASTM-C39).
- Primero se ubicó la muestra en la placa inferior del equipo de forma que quede centrada. Luego, se procedió a ajustar el aparato de carga con el fin de que la placa superior quede en contacto con la muestra. El indicador de deformación se colocó en cero.
- Segundo, se enciende la prensa con una velocidad de deformación unitaria dentro del rango de 1/2 y 2 % por minuto.
- Tercero, cada 1000  $\text{kg}/\text{cm}^2$  se registraron los valores de deformación hasta ver la disminución de carga.
- Cuarto la relación de deformación se reguló con el fin de que la rotura ocurra en un período de tiempo entre 1 y 5 minutos.
- Quinto, cuando se generó la rotura, se registró la última carga de cada muestra.
- Finalmente se procesó los datos en el software Excel para determinar la resistencia a la compresión y las curvas de deformación de cada espécimen.

**Figura 33**

*Ruptura de ladrillos en el equipo de compresión axial (ASTM-C39)*



## 2.8. Conceptualización y operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO	
INDEPENDIENTE	Aserrín metálico	Son partículas que se desprenden de los elementos metálico durante los trabajos mecanizados.	Dosificación de mezclas	1 %	Peso	Balanza
				1.5 %		
				2 %		
DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión	Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área desde su deformación hasta su ruptura (CEMEX, 2019)	Resistencia a la compresión	Esfuerzo	kg/cm <sup>2</sup>	Protocolos
				Deformación	Mn	
				Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	

## 2.9. Matriz de consistencia

TEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
<b>“ RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1 %, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.”</b>	¿Cómo influye la adición de aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % en la resistencia a compresión del ladrillo en Cajamarca?	<b>GENERAL</b> Determinar la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, Cajamarca 2024.	La resistencia del ladrillo de concreto vibrado aumenta en 10 %, al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 % respectivamente.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Aserrín metálico	Son partículas que se desprenden de los elementos metálicos durante trabajos mecanizados.	Dosificación de mezclas	1 %	Peso	Fichas
		<b>ESPECÍFICOS</b> • Elaborar el diseño de mezclas por el método ACI 211.1.		<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Aserrín metálico			1.5 %		
		d.Determinar las propiedades físicas mecánicas de los agregados.		<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Aserrín metálico			2 %		
		e.Determinar la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %.		<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión	Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área desde su deformación hasta su ruptura (CEMEX, 2019)	Resistencia a la compresión	Esfuerzo Deformación	kg/cm <sup>2</sup> mm	Protocolos

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos con relación a los objetivos, determinando las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, la elaboración del diseño de mezclas por el método ACI 211.1 y la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado adicionando aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, realizados mediante ensayos en laboratorio de concreto, de acuerdo a los Protocolos y Guías establecidos por la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, las mismas que detallan los procedimientos, equipos y herramientas para el desarrollo de cada ensayo.

#### 3.1. Propiedades de los agregados

**Tabla 6**

*Propiedades del agregado fino*

ENSAYO	RESULTADO
Módulo de fineza	2.59
Contenido de Humedad	6.53 %
Peso Unitario material suelto	1645.74 kg
Peso Unitario material compacto	1755.67 kg
Material que pasa por el tamiz N° 200 por lavado	3.74 %
Peso específico aparente (seco)	2.53
Peso específico aparente (SSS)	2.62
Peso específico nominal (Seco)	2.79
Absorción	3.73 %

*Nota:* En el presente cuadro se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados con el agregado fino.

**Tabla 7**

*Propiedades del agregado grueso.*

ENSAYO	RESULTADO
Tamaño máximo nominal	3/8"
Contenido de Humedad	0.19 %
Peso Unitario material suelto	1382.98 Kg
Peso Unitario material compacto	1498.23 Kg
Peso específico aparente (seco)	3
Peso específico aparente (SSS)	3.06
Peso específico nominal (Seco)	3.19
Absorción	1.97 %

*Nota:* En el presente cuadro se detallan los resultados obtenidos de los ensayos realizados con el agregado grueso.

### 3.2. Diseño de mezclas método ACI.

Para determinar un diseño de mezcla óptimo de concreto se tomó en cuenta las propiedades de los agregados y el asentamiento con el cono de Abrams, considerando una consistencia seca para una mejor resistencia y trabajabilidad, con la finalidad de facilitar el moldeo y desmolde del ladrillo de concreto, disminuyendo el riesgo de segregación y vacíos, que puede conducir a grietas, ocasionando baja resistencia en el elemento.

**Tabla 8**

*Dosificación del concreto*

DESC.	Vol.Abs. Materiales	Pesos secos del agregado	Corrección por Humedad	Prop. Peso	Vol en P <sup>3</sup>	Prop. En Volum.
Cemento	0.089 m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	1.00	6.494	1.00
A. Fino	0.435 m <sup>3</sup>	1100.044 kg/m <sup>3</sup>	1171.877 kg/m <sup>3</sup>	4.25	23.602	3.63
A. Grueso	0.239 m <sup>3</sup>	717.60 kg/m <sup>3</sup>	718.963 kg/m <sup>3</sup>	2.61	18.265	2.81
Agua	0.207 m <sup>3</sup>	207.00 lts/m <sup>3</sup>	188.972 lts/m <sup>3</sup>	188.97	188.972	29.10 lts/ bolsa
Aire	0.03 m <sup>3</sup>					

*Nota.* En la tabla N° 8 se evidencia las proporciones de materiales para la elaboración de ladrillos de concreto vibrado para una resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>

### 3.3. Resistencia a la compresión.

Las siguientes tablas y gráficos muestran la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillo en función al tiempo de curado en 7,14 y 28 días y adición de aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %.

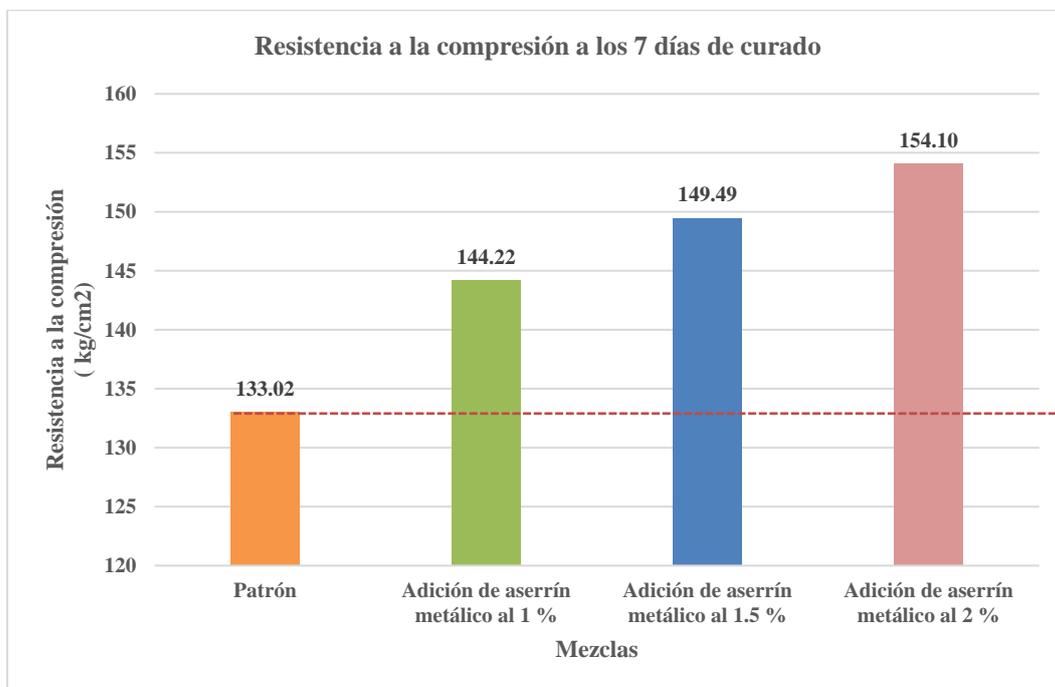
**Tabla 9**

*Resistencia a la compresión a los 7 días de curado*

Espécimen	Resistencia a Compresión Promedio (fb) Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón	133.02
Adición de aserrín metálico al 1 %	144.22
Adición de aserrín metálico al 1.5 %	149.49
Adición de aserrín metálico al 2 %	154.10

**Figura 34**

*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 7 días de curado*



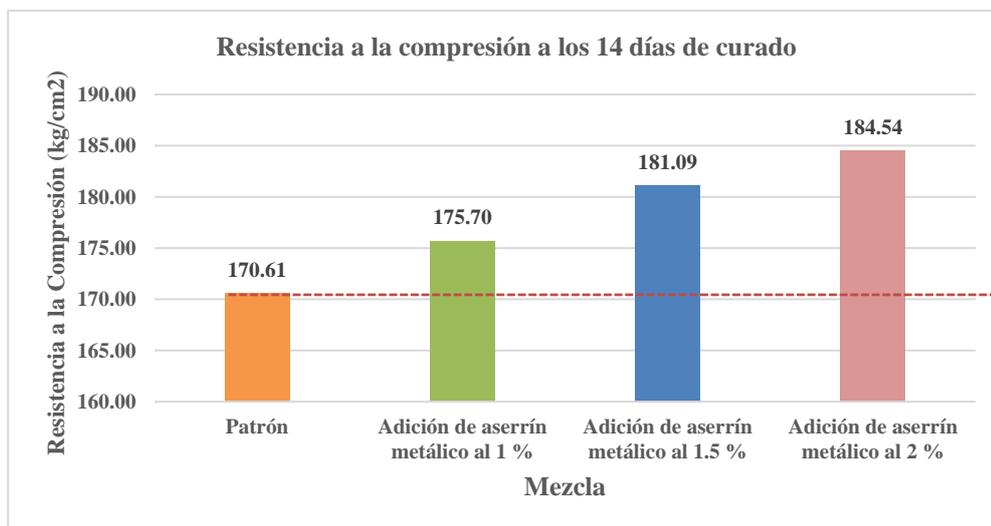
**Tabla 10**

*Resistencia a la compresión a los 14 días de curado*

<b>Espécimen</b>	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb) Kg/cm<sup>2</sup></b>
Patrón	170.61
Adición de aserrín metálico al 1 %	175.70
Adición de aserrín metálico al 1.5 %	181.09
Adición de aserrín metálico al 2 %	184.54

**Figura 35**

*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 14 días de curado*



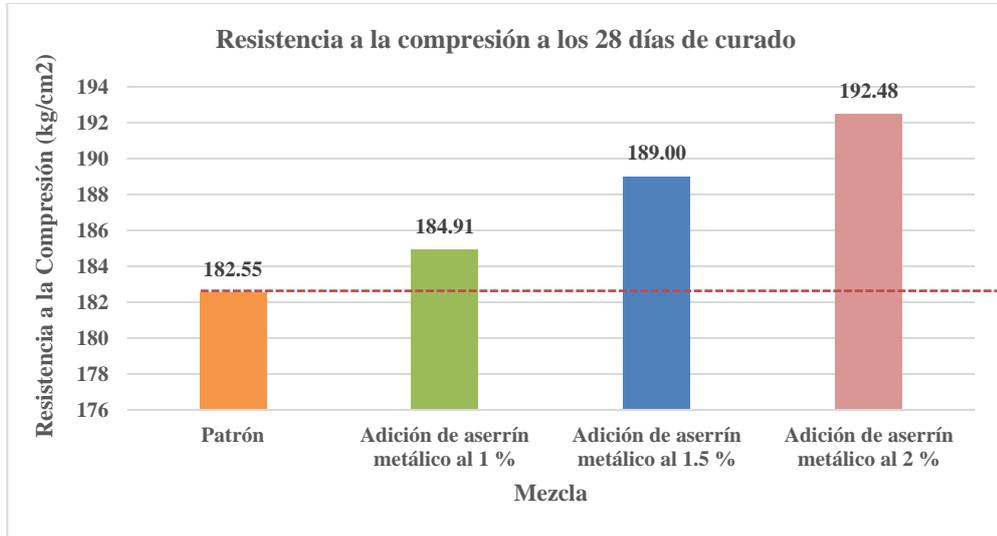
**Tabla 11**

*Resistencia a la compresión a los 28 días de curado*

<b>Espécimen</b>	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb) Kg/cm<sup>2</sup></b>
Patrón	182.55
Adición de aserrín metálico al 1 %	184.91
Adición de aserrín metálico al 1.5 %	189.00
Adición de aserrín metálico al 2 %	192.48

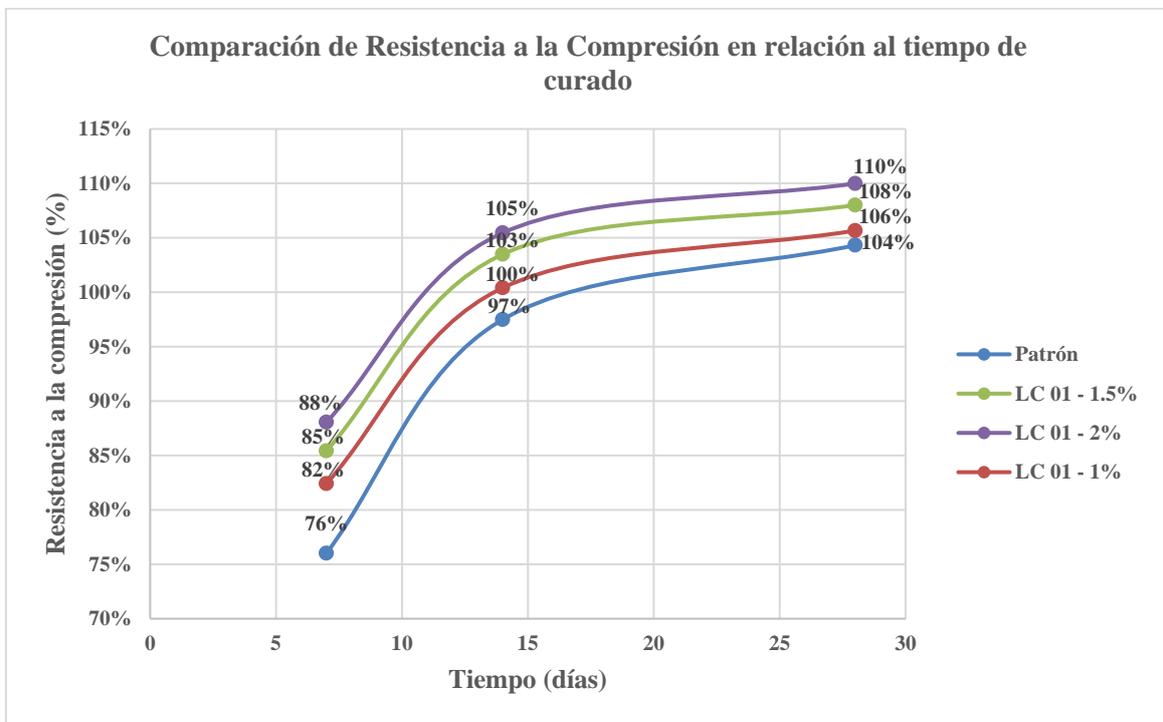
**Figura 36**

*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 28 días de curado*



**Figura 37**

*Comparación de la Resistencia a la Compresión (%) en relación al tiempo de curado*



Como se evidencia en las tablas y figuras, la Resistencia a la Compresión aumenta progresivamente en función al tiempo de curado y la adición de aserrín metálico en los agregados, obteniendo los siguientes resultados:

- A los 7 días de curado se determinó una resistencia de  $133.02 \text{ kg/cm}^2$  del ladrillo patrón llegando a un 76 % de la resistencia de diseño, asimismo se determinó una resistencia de  $144.22 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de 1 % de aserrín metálico llegando a un 82 % de la resistencia de diseño, de igual forma se determinó una resistencia de  $149.49 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar 1.5 % de aserrín metálico llegando a un 85 % de la resistencia de diseño y por último se determinó una resistencia de  $154.10 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar el 2 % de aserrín metálico, llegando a un 88 % de la resistencia de diseño.
- A los 14 días de curado se determinó una resistencia de  $170.61 \text{ kg/cm}^2$  del ladrillo patrón llegando a un 97 % de la resistencia de diseño, asimismo se determinó una resistencia de  $175.70 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de 1 % de aserrín metálico llegando a cumplir el 100 % de la resistencia de diseño, de igual forma se determinó una resistencia de  $181.19 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar 1.5 % de aserrín metálico llegando a sobrepasar un 3 % de la resistencia de diseño y por último se determinó una resistencia de  $184.54 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar el 2 % de aserrín metálico, sobrepasando un 5 % de la resistencia de diseño.
- A los 28 días de curado, el ladrillo patrón cumplió con la resistencia de diseño, sobrepasando un 4 %, llegando a una resistencia de  $182.55 \text{ kg/cm}^2$ , asimismo el ladrillo con adición de 1 % de aserrín metálico llegó a una resistencia de  $184.91 \text{ kg/cm}^2$ , sobrepasando un 6 % de la resistencia de diseño, también se determinó una resistencia de  $189 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar 1.5 % de aserrín metálico,

sobrepasando un 6 % de la resistencia de diseño y por ultimo al adicionar 2 % de aserrín metálico se determinó una resistencia de 192.48 kg/cm<sup>2</sup>, sobrepasando 10 % de la resistencia de diseño.

Por lo tanto, los ladrillos de concreto vibrado con adición de aserrín metálico cumple con la resistencia mínima que establece la Norma Técnica E.70 de albañilería de 13.72 MPa (140 kg/cm<sup>2</sup>), por lo tanto, se pueden utilizar en muros portantes, debido a que su resistencia mejora progresivamente con la adición del aserrín metálico.

#### **3.4. Contratación de hipótesis.**

De acuerdo con los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades de concreto vibrado con adición de aserrín metálico, se acepta la hipótesis incrementando hasta el 10 % de resistencia, al adicionar 1 %, aumenta un 4 %, al 1.5 % aumenta 6 % y al 2 % un 10 %.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Limitaciones.

No se encontró estudios iguales a la investigación, de igual forma se encontró pocos estudios similares, como la adición de viruta metálica siendo fibras de mayor tamaño, únicamente se encontró estudios con otros materiales de reciclaje. La cual nos conllevó a limitar la capacidad de contrastar los resultados obtenidos con otros estudios que hayan realizado el mismo tema.

En cuanto al laboratorio no existen las herramientas suficientes para la elaboración de los ensayos y preparación de los elementos, por lo que nos limitó en el tiempo al desarrollo de la presente investigación.

### 4.2 . Discusión de resultados

La presente investigación tuvo como resultado general el aumento de resistencia a la compresión en los ladrillos de concreto vibrado con la adición progresiva de aserrín metálico, por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis incrementando hasta 10 % más de resistencia en función a la resistencia de diseño.

Estos resultados guardan algunas relaciones con las investigaciones internacionales, como sostienen Arroyo & Pertúz, 2022, en su estudio evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto de 21 MPa reemplazando 5 % ,10 % y 15 % de viruta de acero al carbono en agregado fino, obteniendo resultados favorables incrementando la resistencia a la compresión con respecto a las muestras estándar. Para la edad de los 7 días el mayor incremento fue del 22.76 % identificado con el porcentaje del 10 % de reemplazo de viruta, para la edad de los 14 días con el porcentaje del 15 % se obtuvo el mayor incremento de 20.6 %, de igual manera para la edad de los 28 días con el porcentaje del 15 % se obtuvo un incremento del 26.8 %, superando a la resistencia de diseño. La tendencia esperada es que a medida que

aumente el porcentaje de reemplazo de agregado fino por viruta se aumente la resistencia a la compresión.

Por otro lado los resultados de la investigación de Carrera & Severiche, 2019, difieren con el presente estudio, donde determinan las propiedades de ladrillo de arcilla con la adición de aserrín fino de madera en porcentajes de (0 %, 3 %, 5 % 7 % y 10 %) como reemplazo de la arcilla. Obteniendo como resultados que para los porcentajes de 0 % se obtuvo un promedio de 151,7 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 3 % se obtuvo 135,3 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 5 % se obtuvo 130,9 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, para el 7 % se obtuvo 144,9 kg/cm<sup>2</sup> y para el 10 % de adición de aserrín se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 125,8 kg/cm<sup>2</sup>,

De tal manera que el aserrín influyó en la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla es negativa, debido a que en el momento de agregarle el porcentaje correspondiente de aserrín a cada muestra se observa que ningún porcentaje es ideal, ya que, si bien todos superaron el límite designado en la Norma NTC 4017, la resistencia fue disminuyendo conforme aumentaba el porcentaje de aserrín adicionado. En el caso de los ladrillos con 7 % de aserrín agregado en su composición, se notó un aumento de la resistencia a la compresión considerable en comparación con las otras muestras ensayadas

En la investigación de Beltrán & Fernández, 2022. “Análisis Comparativo de Propiedades Mecánicas de Bloques de Concreto no Estructurales para Diferentes Dosificaciones de Mezcla Elaborados en el Departamento del Atlántico, Barranquilla-Colombia”, la presente investigación difiere con sus resultados dado que todas las muestras fallaron en la resistencia a la compresión y se determinó que no alcanzó la resistencia exigida por la NTC 4076 sobre el área neta medida por unidad. Por lo tanto, los elementos serán sólo de uso no estructural en la construcción.

En las investigaciones nacionales encontramos similitud en sus resultados, López, 2022, en su tesis “Utilización de viruta de acero reciclable para mejorar las propiedades mecánicas en ladrillos de concreto para muros portantes, obtuvo como resultado que al adicionar 5 % de viruta de acero incrementa su resistencia a la compresión, a los 7 días en muros se obtiene  $5.96 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días incrementa a  $8.66 \text{ kg/cm}^2$ . Lográndose determinar la influencia que tiene el material en los ladrillos de concreto cumplieron con los parámetros mínimos especificados en la norma E.070.

De igual forma, Natalio Arista & Pérez García, 2022, en su investigación. “Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con viruta de acero reciclado para mejorar la resistencia a compresión, obtuvieron resultados similares a la presente investigación donde se comprobaron que las resistencias a la compresión del concreto con la viruta de acero reciclado al 3 %, 5 % y 9 % reemplazando al agregado fino; tuvieron los siguientes datos: Se determinó la resistencia a los 7 días de curado llegando a  $282.08 \text{ kg/cm}^2$  con la adición del 3 %, a los 14 días se determinó una resistencia de  $315.49 \text{ kg/cm}^2$  y  $365,09 \text{ kg/cm}^2$  en 28 días. Con el 5 % de adición se determinó una resistencia de  $294.74 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $324.96 \text{ kg/cm}^2$  en 14 días y  $367,14 \text{ kg/cm}^2$  28 días. Finalmente, al 9 % de adición se llegó a una resistencia de  $294.72 \text{ kg/cm}^2$  a 7 días,  $326.55 \text{ kg/cm}^2$  en 14 días y  $367,25 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días, superando todas las resistencias a la esperada, por lo tanto, estos resultados son acorde con lo encontrado en la presente investigación.

En cambio los resultados de la investigación de Chumacero, 2022, difiere con el presente estudio, donde evalúa las propiedades fisico-mecánicas de bloques de concreto ligero incorporando polvo de escoria de aluminio, teniendo como resultados que, los bloques de concreto ligero con polvo de escoria de aluminio logran solo calificar como unidades de albañilería de uso no estructural, puesto que el polvo cumple con la función de reducción de la densidad del concreto (hasta  $1323.39 \text{ kg/m}^3$  para una incorporación de 9 %), sin embargo, su resistencia mecánica también

se ve considerablemente disminuida (hasta un 58.26 % con 9 % de polvo de escoria de aluminio respecto a la resistencia a la compresión a 28 días de los bloques sin incorporación.

En los antecedentes locales, se encontró estudios que guardan relación con los resultados de la presente investigación tal como Cabanillas & Calderón, 2022, en su tesis de investigación "Variación en la resistencia a compresión de ladrillos de concreto tradicional utilizando aditivos plastificante y acelerante, Cajamarca 2022", obteniendo como resultados que al añadir aditivo plastificante y acelerante en el concreto aumenta la resistencia superando a un diseño de  $f'c$  210  $kg/cm^2$ , determinando una resistencia de 211.03  $kg/cm^2$  en ladrillos de concreto patrón, 221.09  $kg/cm^2$  en ladrillos de concreto más 2 % de aditivo plastificante, 231.14  $kg/cm^2$  en ladrillos de concreto más 4 % de aditivo plastificante, 245.56  $kg/cm^2$  en ladrillos de concreto más 2 % de aditivo acelerante y 259.68  $kg/cm^2$  en ladrillos de concreto más 4 % de aditivo acelerante; lo que demuestra que al añadir aditivo plastificante y acelerante progresivamente aumenta la resistencia a compresión.

En cambio los resultados de la investigación de Paredes, 2023, en su tesis de investigación "Análisis de las propiedades físico mecánicas de concreto celular para muros de tabiquería con la adición de acero residual en 1 %, 3 % y 5 %, Cajamarca 2023", difiere con sus resultados, puesto que buscamos determinar la resistencia para fines estructurales, encontrando que los resultados experimentales de las unidades de concreto celular para muros de tabiquería dedujeron que la resistencia a la compresión se puede inferir que toda la muestra estudiada supera la resistencia a la compresión que estipula la norma para un ladrillo no portante, con una resistencia a la compresión  $f'c$  de 138.07  $kg/cm^2$  que indica que las unidades de tabiquería sin adición de acero residual pertenecen a la clase de Ladrillo III al igual que los especímenes con 3 % de adición con un  $f'c$  de 120.41  $kg/cm^2$  y con 5% con  $f'c$  de 96.96  $kg/cm^2$ ; mientras que las unidades de tabiquería con 1 % con  $f'c$  de 139.74  $kg/cm^2$  se encontraría dentro de la clase de ladrillo IV, por consiguiente los ladrillos de concreto celular resultan ser

apropiados para la elaboración de muros de tabiquería y que además son menos pesados que los ladrillos artesanales de concreto.

De igual manera los resultados de la investigación de Díaz & Hernández, 2023, no guardan relación con la presente investigación, en su estudio comportamiento mecánico de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales de gabazo de caña y sintéticas de polipropileno en porcentajes de 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % con respecto al peso del agregado grueso, para un diseño de resistencia de  $130 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvo como resultados que, el ladrillo patrón superó la resistencia proyectada llegando a una resistencia de compresión promedio de  $175.75 \text{ kg/cm}^2$ , mientras disminuyendo la resistencia con la adición del gabazo de caña, en porcentaje de 0.5 % se obtuvo una resistencia promedio de  $124.18 \text{ kg/cm}^2$ , con 1.5 %, llegó a 67.74 % y con 2.5 % , 50.62 %, mientras que con la adición de polipropileno se obtuvo resultados favorables, aumentando la resistencia, con adición de 0.5 % se llegó a  $165.96 \text{ kg/cm}^2$ , con 1.5 %,  $201.85 \text{ kg/cm}^2$  y con 2.5 %, se obtuvo  $192.24 \text{ kg/cm}^2$ .

Finalmente se determinó que los resultados de la investigación de Cabanillas, 2019, difiere con el presente estudio. Sosteniendo que en su tesis de investigación Resistencia a la Compresión de ladrillos de concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  , reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concreto reciclado, en diferentes porcentajes de 10 %, 15 % y 20 % de concreto y ladrillo industrial reciclados, individualmente como agregado grueso, teniendo como resultados que para ladrillos con reemplazo de concreto reciclado del 10 %, 15 % y 20 % la resistencia incrementa en relación al ladrillo patrón en 2.77 %, 1.42 % y 1.11 % respectivamente, para ladrillos con reemplazo de ladrillo reciclado del 10 % y 15 % la resistencia incrementa en 8.23 % y 6.07 % respectivamente, y únicamente para ladrillos con reemplazo con ladrillo reciclado en 20 % la resistencia disminuye en 6.79 %.

### **4.3 . Implicancias**

Desde el punto académico, la presente investigación servirá como fuente de información para otros estudios, debido a que no existe investigaciones iguales, sin embargo, se desarrolló con los criterios que establecen las normas Técnicas Peruanas para poder determinar las características de los materiales y del ladrillo de concreto vibrado con adición de aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %.

Desde el punto de vista práctico para el desarrollo de la investigación implicó realizar diferentes ensayos en laboratorio, obteniendo resultados que conlleva al sector de la construcción a ver como una opción el uso del ladrillo de concreto vibrado con adición de aserrín metálico para fines estructurales, teniendo en cuenta que el uso del aserrín metálico reciclado disminuye el impacto ambiental y mejora la resistencia a la compresión del elemento, además no implica mayores costos económicos.

### **4.4 . Conclusiones**

La influencia de la adición de aserrín metálico en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> con fines estructurales, Cajamarca 2023. Se determinó que la resistencia a compresión experimenta un incremento progresivo a medida que aumentan las dosificaciones de aserrín metálico.

- Se elaboró el diseño de mezclas por el método ACI 211.1. Para una resistencia promedio del concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>, con fines estructurales obteniendo las proporciones de los materiales en peso 1: 4.25: 2.61/188.97 lts/bolsa y en volumen 1: 3.63: 2.81 /29.10 lts/bolsa, con un asentamiento de (0" - 1") de consistencia seca, garantizando una óptima combinación de materiales logrando una buena trabajabilidad y mejor resistencia.

- Se determinó las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, mediante los ensayos realizados en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte Sede Cajamarca, considerando las Guías y Protocolos para el procedimiento y la aplicación de ecuaciones para la obtención de los resultados.
- Se determinó la resistencia a compresión de ladrillos de concreto vibrado al adicionar aserrín metálico en 1 %, 1.5 % y 2 %, obteniendo una resistencia promedio de 184.91 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de 1 %, 189 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 1.5 % y 192.48 kg/cm<sup>2</sup> con adición del 2 %, superando 6 %, 8 % y 10 % a la resistencia de diseño, logrando mejorar la resistencia a compresión en ladrillos de concreto vibrado de una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando con la adición progresiva de aserrín metálico.
- Finalmente damos por aceptada a la hipótesis de la investigación con el incremento de la resistencia a la compresión hasta el 10 % con la adición de 1 %, 1.5 % y 2 % de aserrín metálico en los agregados.

## Referencias

- Agumba Aguilar, P. J. (2016). "Ladrillos Elaborados con plastico reciclado (PET), para mampostería no portante". *Tesis para obtener el grado de Magister en Construcciones*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- ALSIMET. (28 de 02 de 2022). *Almacenes sidero metalicos*. Obtenido de <http://alsimet.es/es/noticias/los-5-metales-mas-usados-en-la-construccion>
- Aquino Bolaños, E. (2015). "Reciclaje de residuos de la construcción para la fabricación de ladrillos sustentables". (*Tesis de maestría en ingeniería civil*). Universidad Nacional Autonoma de México, Mexico.
- Arrieta Freyre, J., & Peñaherrera Deza, E. (2001). Fabricacion de bloques de concreto con una mesa vibradora. *Programa Científico PC-CISMID, 1999-2000*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Arroyo Domínguez , D. P., & Pertuz Peña, N. S. (2022). "Concreto de 21MP con viruta de acero al carbono". *Trabajo para optar al título profesional de ingeniero civil* . Universidad de la Costa , Barranquilla, Colombia.
- Baena Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación (3a Edición)*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Beltrán De La Hoz, L. D., & Fernández Mejía, A. E. (2022). "Análisis Comparativo de Propiedades Mecánicas de Bloques de Concreto no Estructurales para Diferentes Dosificaciones de Mezcla Elaborados en el Departamento del Atlántico". *Trabajo de grado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Corporación Universidad de la Costa, CUC, Barranquilla, Colombia.
- Cabanillas Velasquez , E. R., & Calderón Zegarra, M. L. (2022). "Variación en la resistencia a compresión de ladrillos de concreto tradicional y utilizando aditivos plastificante y acelerante, Cajamarca 2022". (*Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Camacho Armas, C. G. (2017). Propiedades físicas y mecanicas de ladrillos de concreto con reemplazo de vidriopor agregado fino y fluorita por agregadogruoso en diferentes porcentajes, Cajamarca 2017". (*Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil*). Universidad privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Cayotopa Cabanillas, K. J. (2019). "Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concreto reciclado, en diferentes porcentajes". *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- CEMEX. (05 de 04 de 2019). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? Obtenido de <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

- Cevallos Veintimilla , A. F., Polo Luna, E. F., Salgado Chasipanta , D. J., & Orbea Vergara , M. S. (2017). *Métodos y Técnicas de la Investigación*. Guayaquil, Ecuador: Grupo Compás.
- Chumacero santos, L., & Pardo Rivera, L. (2022). "Diseño de Ladrillo Macizo Incorporando Viruta de Hierro para muros portantes, Piura 2022". (*Tesis para obtener el grado de ingeniero civil*). Universidad cesar vallejo, Piura.
- Cordero Estévez, G. D., Cárdenas Gutiérrez, J. A., & Rojas Suárez, J. P. (2019). *Diseño de Mezclas de concreto aplicando el método ACI*. Colombia: ECOE Ediciones.
- Delgado Vásquez, W. F. (2019). Evaluacion del ladrillo artesanal de arcilla adicionando aserrín de pino con fines estructurales, Bambamarca, 2019". (*Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil*). Universidad Nacional Autónoma de Chota, Bamabamarca, Chota, Cajamarca.
- Deulofeuth Carrera, C. D., & Severiche Hernandez , J. J. (2019). "Incidencia de la adición de aserrín fino en las propiedades físicas de los ladrillos de arcilla". (*Tesis de grado para optar por el título de ingeniero civil*). Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Bolivar, Colombia.
- Diaz Rosales, H. J., & Hernandez Rodriguez, J. Y. (2023). "Comportamiento mecánico de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras naturales y sintéticas en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%". *Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: UNiversidad Continental.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* ( 3 era ed.). Peú: Fondo Editorial.
- Garcia Chumacero, W. R. (2022). "Evaluación de las propiedades fisico-mecánicas de bloques de concreto ligero incorporando polvo de escoria de aluminio, Lambayeque, 2022". (*Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil*). Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Perú.
- Gonzales Vásquez, F. j. (2017). Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. (*Tesis para obtención de título de ingeniero civil*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ta ed.). México: MC GRAW HILL Educación.
- Horna Vargas, R. M. (2022). Resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del Centro Poblado Blanca Varela. *Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho.
- Huamani Chipa, A. (2023). "*Acero en la construcción*". Apurimac: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Jaramillo, S., & Osses, S. (2 de 12 de 2012). Validación de un Instrumento sobre Metacognición para Estudiantes de Segundo Ciclo de Educación General Básica. *Redalyc*, 117-131.

- Muratalla, H. (03 de 16 de 2023). "El aluminio en la construcción". *Ulbrinox*.
- Natalio Arista, L. E., & Pérez García, L. S. (2022). "Concreto  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  con viruta de acero reciclado para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto, 2022". *Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú.
- Norma Técnica E.70 Albañilería. (8 de 12 de 2020). Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario Oficial el Peruano.
- Norma Técnica Peruana 339.185. (25 de 10 de 2021). Contenido de Humedad. *Agregados, 3 era*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.017. (02 de 02 de 2011). Peso Unitario de los Agregados. *Agregados*. Lima, Perú: 3 era.
- Norma Técnica Peruana 400.018. (26 de 12 de 2018). Método de ensayo para determinar el materiales mas finos que pasan el tamiz N°200. *Agregados, 3 era*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.021. (26 de 12 de 2013). Peso especifico y absorción del agregado grueso. *Agregados, 3 era*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.022. (26 de 12 de 2013). Peso Especifica y Absorción de los Agregados Finos. *Agregados, 3 era*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.12. (31 de 05 de 2001). Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global. *Agregados, 2 da*. Lima, Perú.
- Paredes Lozano, B. C. (2023). "Análisis de las propiedades físico mecánicas de concreto celular para muros de tabiquería con la adición de acero residual en 1%, 3% y 5% Cajamarca,2023". *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- San Bartolome, A., Quiun, D., & Silva, W. (2018). "*Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*" (2da ed.). Perú: Fondo Editorial.
- Suarez Lopez, J. S. (2022). "Utilización de viruta de acero reciclable para mejorar las propiedades mecánicas en ladrillos de concreto para muros portante, Lima 2022". (*Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Tejada Arias, A. M. (2013). *Elaboración de un ladrillo alternativo sin cocción en Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Vaca Rodriguez, J. J., & Hernandez Rodriguez, J. Y. (2022). "*Influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a compresión en ladrillos artesanales en prismas de albañilería, trujillo, 2022*". Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Vásquez Montenegro, H. E. (2016). "Evaluación de la producción y mejoramiento de la calidad estructural del ladrillo artesanal producidos en la comunidad del Frutillo, Bambamarca,

Cajamarca 2016". (*Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil*). Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca.

Weepiu Barrientos, J. K. (2020). "Evaluación de la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto, con la adición de caucho granulado, Moyobamba - 2020". *Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil*. Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba.

Zúñiga Suárez, A. (2018). "Ciencia e ingeniería de nuevos materiales en la fabricación de ladrillos mejorados tecnológicamente". *Tesis para obtener el grado de doctor en ingeniería civil*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

## Anexos

### 1.1. Protocolos UPN.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						
NORMA		MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012						
TESIS		"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023".						
CANTERA		PURGAY		TC		RIO		
UBICACIÓN		CARRETERA A PORCÓN		TM		AGREGADO GRUESO		
FECHA DE MUESTRA		05/02/2024		RESPONSABLE		Bach.EDYTH A.HUACAL MARRUFO		
FECHA DE ENSAYO		15/02/2024		REVISADO POR		Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA		

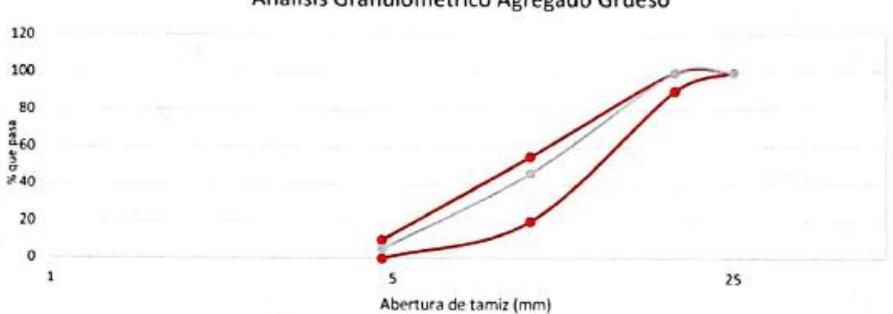
  

### AGREGADO GRUESO

MUESTRA (gr):		3092.5						M.F.		6.23	
Nº	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Huso Granulométrico		Límite inferior	Límite superior	
	(pulg)	(mm)									
1	2 1/2"	63.5	0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-	
2	2"	50.8	0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-	
3	1 1/2"	38.1	0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-	
4	1"	25	0	0.00	0.00	100.00	100	100	100	100	
5	3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00	90	100	90	100	
6	1/2"	12.5	0	0.00	0.00	100.00	-	-	-	-	
7	3 / 8"	9.6	1670.1	54.00	54.00	46.00	20	55	20	55	
8	Nº 4	4.75	1264.2	40.88	94.88	5.12	0	10	0	10	
9	Bandaja	0	158.2	5.12	100.00	0.00	-	-	-	-	

#### Análisis Granulométrico Agregado Grueso

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO	Nombre: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	Nombre: Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA
FECHA: 22/02/2024	FECHA: 22/02/2024	FECHA: 24/02/2024

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		
NORMA	MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012		
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023".		
CANTERA	PURGAY	TC	RIO
UBICACIÓN	CARRETERA A PORCON	TM	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTRA	05/02/2024	RESPONSABLE	Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO
FECHA DE ENSAYO	15/02/2024	REVISADO POR	Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR AGUILIAGA

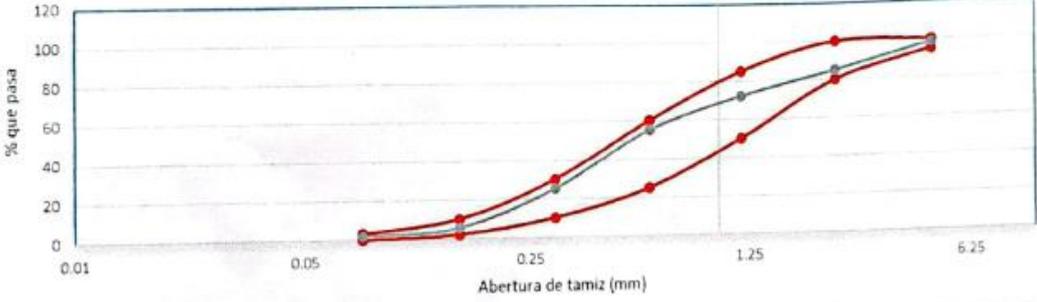
  

### AGREGADO FINO

MUESTRA (gr):		1040		M.F.		2.59		
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Huso Granulométrico	
	(pulg)	(mm)					Límite inferior	Límite superior
1	N° 4	4.75	15.7	1.51	1.51	98.49	95	100
2	N° 8	2.36	140.2	13.48	14.99	85.01	80	100
3	N° 10	2.00	0	0.00	14.99	85.01		
4	N° 16	1.18	135.4	13.02	28.01	71.99	50	85
5	N° 30	0.60	175.6	16.88	44.89	55.11	25	60
6	N° 50	0.30	310.5	29.86	74.75	25.25	10	30
7	N° 100	0.15	205.2	19.73	94.48	5.52	2	10
8	N° 200	0.075	38.9	3.74	98.22	1.78	0	3
9	Bandeja	0	18.5	1.78	100.00	0.00	-	-

Análisis Granulométrico Agregado Fino

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
Nombre: Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO	NOMBRE: Ing. LUIS E. HERRERA TERAN	Nombre: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA
FECHA: 22/02/2024	FECHA: 22/02/2024	FECHA: 22/02/2024

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
<b>ENSAYO</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD				
<b>NORMA</b>	MTC E 108 - ASTM D2216 - NTP 339.127				
<b>TESIS</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.				
<b>CANTERA</b>	PURGUAY	<b>TIPO DE CANTERA</b>	RIO		
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA	<b>TIPO DE MATERIAL</b>	AGREGADO GRUESO		
<b>FECHA DE MUESTRA</b>	05/02/2024	<b>RESPONSABLE</b>	Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO		
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	19/02/2024	<b>REVISADO POR</b>	Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
Temperatura de secado      Temperatura d Método Horno 110 °C                              110 °C                              110 ± 5 °C					
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	CH-01	CH-02	CH-03
B	Peso del Recipiente	gr	92.00	90.80	91.10
C	Recipiente + Material Natural	gr	1108.70	1109.10	1108.90
D	Recipiente + Material Seco	gr	1106.80	1107.30	1106.90
E	Peso del material húmedo, (W <sub>mh</sub> ) = C - B	gr	1016.70	1018.30	1017.80
F	Peso del material Seco, (W <sub>s</sub> ) = D - B	gr	1014.80	1016.50	1015.80
W%	Porcentaje de humedad, (E - F / F) * 100	%	0.19	0.18	0.20
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	0.19		
$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} * 100$					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
Nombre: Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO		Nombre: LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA	
FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024	

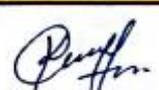
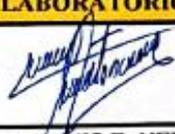
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA	MTC E 108 - ASTM D2216 - NTP 339.185				
TESIS	"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023"				
CANTERA	PURGUAY	TIPO DE CANTERA	RÍO		
UBICACIÓN	CARRETERA PORCÓN	TIPO DE MATERIAL	AGREGADO FINO		
FECHA DE MUESTRA	05/02/2024	RESPONSABLE	Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO		
FECHA DE ENSAYO	15/02/2023	REVISADO POR	Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
<u>Temperatura de secado</u> 110 °C		<u>Método Horno</u> 110 ± 5 °C			
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	CH-01	CH-02	CH-03
B	Peso del Recipiente	gr	154.30	154.60	154.90
C	Recipiente + Material Natural	gr	657.30	654.60	653.60
D	Recipiente + Material Seco	gr	626.60	623.90	623.00
E	Peso del material húmedo, (Wmh) = C - B	gr	503.00	500.00	498.70
F	Peso del material Seco, (Ws) = D - B	gr	472.30	469.30	468.10
W%	Porcentaje de humedad, (E - F / F) * 100	%	6.50	6.54	6.54
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	6.53		
$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} * 100$					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
Nombre: Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO		Nombre: LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA	
FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024	

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ASBORCIÓN DE AGREGADOS FINOS				
NORMA		MTC E205 - ASTM C128 - NTP 400.022				
TESIS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.				
CANTERA		PURGUAY	TIPO DE CANTERA		RIO	
UBICACIÓN		CARRETERA PORCÓN	TIPO DE MATERIAL		AGREGADO FINO	
FECHA DE MUESTRA		05/02/2024	RESPONSABLE		Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO	
FECHA DE ENSAYO		20/02/2024	REVISADO POR		Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA	
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ASBORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	482.20	484.00	482.90	-
B	Peso del pictómetro aforado lleno de agua	gr.	1264.80	1264.80	1264.80	-
C	Peso total de pictometro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1574.90	1574.10	1574.60	-
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.20	501.90	501.00	-
E	Peso especifico aparente (seco) $P.e.a (Seco) = \frac{A}{B+S-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.54	2.51	2.53	2.53
F	Peso especifico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{S}{B+S-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.63	2.61	2.62	2.62
G	Peso especifico nominal (Seco) $P.e.n(seco) = \frac{A}{B+A-C}$	gr./cm <sup>3</sup>	2.80	2.77	2.79	2.79
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S-A}{A} \cdot 100$	%	3.73	3.70	3.75	3.73
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
Nombre: Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO		Nombre: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre: Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
FECHA: 22/02/24		FECHA: 22/02/24		FECHA: 22/02/24		

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS				
	NORMA	MTC E206 - ASTM C127 - NTP 400.021				
	PROYECTO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.				
CANTERA	PURGUAY	TIPO DE CANTERA	RIO			
UBICACIÓN	CARRETERA PORCÓN	TIPO DE MATERIAL	AGREGADO GRUESO			
FECHA DE MUESTRA	05/02/2024	RESPONSABLE	Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			
FECHA DE ENSAYO	20/02/2024	REVISADO POR	Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA			
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	2443.50	2446.60	2442.30	-
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	2491.00	2495.20	2490.40	-
C	Peso sumergido en agua de la muestra saturada (Utilizando canasta)	gr.	1685.00	1671.90	1678.00	-
D	Peso específico aparente (seco) $P.e.a (Seco) = \frac{A}{B - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	3.03	2.97	3.01	3.00
E	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	gr./cm <sup>3</sup>	3.09	3.03	3.07	3.06
F	Peso específico nominal (Seco) $(SSS) = \frac{A}{A - C}$	P.e.a gr./cm <sup>3</sup>	3.22	3.16	3.20	3.19
G	Absorción	%	1.94	1.99	1.97	1.97
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
Nombre: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO		Nombre: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre: Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024		

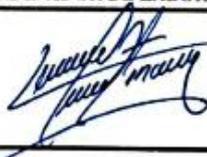
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO					PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS
		NORMA					MTC E 203 - ASTM C29 - NTP 400.017
		TESIS					RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.
CANTERA		PURGUAY		TIPO DE CANTERA		RÍO	
UBICACIÓN		CARRETERA		TIPO DE MATERIAL		AGREGADO FINO	
FECHA DE MUESTRA		05/02/2024		RESPONSABLE		Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO	
FECHA DE ENSAYO		19/02/2024		REVISADO POR		Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA	
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>							
AGREGADO FINO				TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE	0.0094
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso del molde + AF Compacto	Kg	21.31	21.28	21.26	21.28	
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	16.53	16.50	16.48	16.50	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C/Vol.Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1758.51	1755.32	1753.19	1755.67	
E	Peso del molde + AF Suelto	Kg	20.28	20.19	20.28	20.25	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	Kg	15.50	15.41	15.50	15.47	
G	PESO UNITARIO SUELTO D = F/Vol.Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1648.94	1639.36	1648.94	1645.74	
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR		
							
Nombre: Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO		NOMBRE:Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN			Nombre : Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024			FECHA: 22/02/2024		

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
<b>ENSAYO</b>		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
<b>NORMA</b>		MTC E 203 - ASTM C29 - NTP 400.017				
<b>TESIS</b>		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.				
<b>CANTERA</b>	PURGUAY	<b>TIPO DE CANTERA</b>	RÍO			
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA	<b>TIPO DE MATERIAL</b>	AGREGADO GRUESO			
<b>FECHA DE MUESTRA</b>	5/02/2024	<b>RESPONSABLE</b>	Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO			
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	19/02/2024	<b>REVISADO POR</b>	Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA			
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>						
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>TAMAÑO MÁX. NOMINAL</b>		<b>VOLUMEN MOLDE</b>		0.0094
<b>ID</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>RESULTADO</b>
A	Peso del molde + AF Compacto	Kg	18.92	18.81	18.86	18.86
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	14.14	14.03	14.08	14.08
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b> D = C/Vol.Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1504.26	1492.55	1497.87	<b>1498.23</b>
E	Peso del molde + AF Suelto	Kg	17.74	17.78	17.82	17.78
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	Kg	12.96	13.00	13.04	13.00
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO</b> D = F/Vol.Molde	Kg/m <sup>3</sup>	1378.72	1382.98	1387.234	<b>1382.98</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>						
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR</b>		
						
Nombre : Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO		Nombre:Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre. Dr.Ing.ORLANDO AGUILAR ALIAGA		
FECHA: 22/02/2024		FECHA:22/02/2024		FECHA:22/02/024		

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																			
PROTOCOLO																																			
ENSAYO	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 POR LAVADO																																		
NORMA	MTC E 203 - ASTM C29 - NTP 400.017																																		
TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023.																																		
CANTERA	PURGUAY	TIPO DE CANTERA	AGREGADO DE RIO																																
UBICACIÓN	CARRETERA PORCÓN	TIPO DE MATERIA	AGREGADO FINO																																
FECHA DE MUESTRA	05/02/2024	RESPONSABLE	Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO																																
FECHA DE ENSAYO	16/02/2024	REVISADO POR	Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																
<p><b>TMN DEL AGREGADO:</b> _____</p> <p><u>Nota:</u> El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal(TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. Norma ASTM C33</p>																																			
<p><b>MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño nominal máximo de tamices</th> <th></th> <th>Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75 mm</td> <td>N° 4</td> <td>300.00</td> </tr> <tr> <td>9.5 mm</td> <td>3/8"</td> <td>1000.00</td> </tr> <tr> <td>19.00 mm</td> <td>3/4"</td> <td>2500.00</td> </tr> <tr> <td>37.5 mm</td> <td>1 1/2" a mayor</td> <td>5000.00</td> </tr> </tbody> </table>				Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)	4.75 mm	N° 4	300.00	9.5 mm	3/8"	1000.00	19.00 mm	3/4"	2500.00	37.5 mm	1 1/2" a mayor	5000.00																	
Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)																																	
4.75 mm	N° 4	300.00																																	
9.5 mm	3/8"	1000.00																																	
19.00 mm	3/4"	2500.00																																	
37.5 mm	1 1/2" a mayor	5000.00																																	
<p><b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 POR LAVADO</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>Und.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>gr.</td> <td>500.00</td> <td>500.00</td> <td>500.20</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Peso de la muestra lavada y seca</td> <td>gr.</td> <td>481.20</td> <td>481.20</td> <td>481.50</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Material que pasa por el tamiz N° 200 C = A - B</td> <td>gr.</td> <td>18.80</td> <td>18.80</td> <td>18.70</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>% que pasa por el tamiz N° 200 D = ( C/A ) * 100</td> <td>%.</td> <td>3.76</td> <td>3.76</td> <td>3.74</td> </tr> </tbody> </table>						ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	A	Peso de la muestra seca	gr.	500.00	500.00	500.20	B	Peso de la muestra lavada y seca	gr.	481.20	481.20	481.50	C	Material que pasa por el tamiz N° 200 C = A - B	gr.	18.80	18.80	18.70	D	% que pasa por el tamiz N° 200 D = ( C/A ) * 100	%.	3.76	3.76	3.74
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3																														
A	Peso de la muestra seca	gr.	500.00	500.00	500.20																														
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr.	481.20	481.20	481.50																														
C	Material que pasa por el tamiz N° 200 C = A - B	gr.	18.80	18.80	18.70																														
D	% que pasa por el tamiz N° 200 D = ( C/A ) * 100	%.	3.76	3.76	3.74																														
OBSERVACIONES:																																			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																															
																																			
Nombre: Bach.EDYTH A. HUACAL MARRUFO		Nombre: Ing. LUIS E. HERRERA TERÁN		Nombre: Dr.Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																															
FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024		FECHA: 22/02/2024																															

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																													
PROTOCOLO																																													
<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>TESIS</b>	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																											
	<b>ENSAYO</b>	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO COMITÉ ACI																																											
	<b>RESPONSABLE</b>	Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO	<b>REVISADO POR</b> Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																										
<b>F'c = 175 Kg/cm<sup>2</sup> Ladrillo de concreto vibrado</b>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Descripción</th> <th style="width: 35%;">A. Fino</th> <th style="width: 35%;">A. Grueso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P. Unitario suelto seco</td> <td>1645.74 Kg/m<sup>3</sup></td> <td>1387.23 Kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>P. Unitario Compactado seco</td> <td>1755.67 Kg/m<sup>3</sup></td> <td>1498.23 Kg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>P. Especifico Masa seca</td> <td>2.53 gr/cm<sup>3</sup></td> <td>3.00 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad</td> <td>6.53 %</td> <td>0.19 %</td> </tr> <tr> <td>% de Absorción</td> <td>3.73 %</td> <td>1.97 %</td> </tr> <tr> <td>Modulo de fineza</td> <td>6.23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño Máximo nominal</td> <td></td> <td>3/8 "</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	A. Fino	A. Grueso	P. Unitario suelto seco	1645.74 Kg/m <sup>3</sup>	1387.23 Kg/m <sup>3</sup>	P. Unitario Compactado seco	1755.67 Kg/m <sup>3</sup>	1498.23 Kg/m <sup>3</sup>	P. Especifico Masa seca	2.53 gr/cm <sup>3</sup>	3.00 gr/cm <sup>3</sup>	Contenido de Humedad	6.53 %	0.19 %	% de Absorción	3.73 %	1.97 %	Modulo de fineza	6.23		Tamaño Máximo nominal		3/8 "	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Rm = Resistencia prom.</th> </tr> <tr> <th>F'c</th> <th>F'cr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 210</td> <td>F'c + 70</td> </tr> <tr> <td>210 a 350</td> <td>F'c + 84</td> </tr> <tr> <td>&gt; 350</td> <td>F'c + 98</td> </tr> </tbody> </table>	Rm = Resistencia prom.		F'c	F'cr	≤ 210	F'c + 70	210 a 350	F'c + 84	> 350	F'c + 98									
Descripción	A. Fino	A. Grueso																																											
P. Unitario suelto seco	1645.74 Kg/m <sup>3</sup>	1387.23 Kg/m <sup>3</sup>																																											
P. Unitario Compactado seco	1755.67 Kg/m <sup>3</sup>	1498.23 Kg/m <sup>3</sup>																																											
P. Especifico Masa seca	2.53 gr/cm <sup>3</sup>	3.00 gr/cm <sup>3</sup>																																											
Contenido de Humedad	6.53 %	0.19 %																																											
% de Absorción	3.73 %	1.97 %																																											
Modulo de fineza	6.23																																												
Tamaño Máximo nominal		3/8 "																																											
Rm = Resistencia prom.																																													
F'c	F'cr																																												
≤ 210	F'c + 70																																												
210 a 350	F'c + 84																																												
> 350	F'c + 98																																												
<p>Contenido Total de aire : 3 % (Tabla N°8 de contenido de aire atrapado)</p> <p>Volumen unitario de agua de mezclado: 207 Lts/m<sup>3</sup> (Tabla N°9 de Volumen unitario de agua ACT)</p> <p>Peso Especifico del cemento : 3.10 gr/cm<sup>3</sup> (Propiedad fisica del cemento)</p> <p>Rm = 245.00 Kg/cm<sup>2</sup> (Resistencia promedio requerida)</p> <p>Relación agua cemento 0.75 (Tabla N°10 por resistencia y durabilidad)</p> <p>Factor Cemento 276 Kg/m<sup>3</sup> 6.49 bolsas/m<sup>3</sup></p> <p>Cantidad de Agregado Grueso 0.479 m<sup>3</sup> (Tabla N° 11 Volumen de agregado grueso)</p>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESC.</th> <th>Vol.Abs.Materiales</th> <th>Pesos secos del agregado</th> <th>Correccion por Humedad</th> <th>Prop. Peso</th> <th>Vol en P3</th> <th>Prop. En Volum.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento</td> <td>0.089 m<sup>3</sup></td> <td>276.00 kg/m<sup>3</sup></td> <td>276.00 kg/m<sup>3</sup></td> <td>1.00</td> <td>6.494</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>A. Fino</td> <td>0.435 m<sup>3</sup></td> <td>1100.044 kg/m<sup>3</sup></td> <td>1171.877 kg/m<sup>3</sup></td> <td>4.25</td> <td>23.602</td> <td>3.63</td> </tr> <tr> <td>A. Grueso</td> <td>0.239 m<sup>3</sup></td> <td>717.60 kg/m<sup>3</sup></td> <td>718.963 kg/m<sup>3</sup></td> <td>2.61</td> <td>18.265</td> <td>2.81</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>0.207 m<sup>3</sup></td> <td>207.00 lts/m<sup>3</sup></td> <td>188.972 lts/m<sup>3</sup></td> <td>188.97</td> <td>188.972</td> <td>29.10 lts/bolsa</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>0.03 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				DESC.	Vol.Abs.Materiales	Pesos secos del agregado	Correccion por Humedad	Prop. Peso	Vol en P3	Prop. En Volum.	Cemento	0.089 m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	1.00	6.494	1.00	A. Fino	0.435 m <sup>3</sup>	1100.044 kg/m <sup>3</sup>	1171.877 kg/m <sup>3</sup>	4.25	23.602	3.63	A. Grueso	0.239 m <sup>3</sup>	717.60 kg/m <sup>3</sup>	718.963 kg/m <sup>3</sup>	2.61	18.265	2.81	Agua	0.207 m <sup>3</sup>	207.00 lts/m <sup>3</sup>	188.972 lts/m <sup>3</sup>	188.97	188.972	29.10 lts/bolsa	Aire	0.03 m <sup>3</sup>					
DESC.	Vol.Abs.Materiales	Pesos secos del agregado	Correccion por Humedad	Prop. Peso	Vol en P3	Prop. En Volum.																																							
Cemento	0.089 m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	276.00 kg/m <sup>3</sup>	1.00	6.494	1.00																																							
A. Fino	0.435 m <sup>3</sup>	1100.044 kg/m <sup>3</sup>	1171.877 kg/m <sup>3</sup>	4.25	23.602	3.63																																							
A. Grueso	0.239 m <sup>3</sup>	717.60 kg/m <sup>3</sup>	718.963 kg/m <sup>3</sup>	2.61	18.265	2.81																																							
Agua	0.207 m <sup>3</sup>	207.00 lts/m <sup>3</sup>	188.972 lts/m <sup>3</sup>	188.97	188.972	29.10 lts/bolsa																																							
Aire	0.03 m <sup>3</sup>																																												
OBSERVACIONES :																																													
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>																																											
																																													
<b>NOMBRE : Bach.EDYTH ANACARIN HUACAL MARRUFO</b>		<b>NOMBRE: Ing.LUIS E. HERRERA TERÁN</b>																																											
<b>FECHA: 01/03/2024</b>		<b>FECHA: 01/03/2024</b>																																											
		<b>ASESOR</b>																																											
																																													
		<b>NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA</b>																																											
		<b>FECHA: 01/03/2024</b>																																											

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA																																																																																																																																																																										
PROTOCOLO																																																																																																																																																																										
ENSAYO		RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS																																																																																																																																																																								
NORMA		NTP 399.604																																																																																																																																																																								
TESIS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																								
FECHA DE MOLDEO		05/03/2024			FECHA DE ROTURA		12/03/2024																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Resist. Diseño</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - Patrón</td><td>24.17</td><td>13.18</td><td>9.19</td><td>318.56</td><td>42821</td><td>134.42</td><td>13.19</td><td>175</td><td>77%</td></tr> <tr><td>LC 02 - Patrón</td><td>24.18</td><td>13.20</td><td>9.05</td><td>319.18</td><td>42318</td><td>132.59</td><td>13.01</td><td>175</td><td>76%</td></tr> <tr><td>LC 03 - Patrón</td><td>24.15</td><td>13.08</td><td>9.17</td><td>315.88</td><td>41189</td><td>130.39</td><td>12.79</td><td>175</td><td>75%</td></tr> <tr><td>LC 04 - Patrón</td><td>24.29</td><td>13.11</td><td>9.19</td><td>318.44</td><td>42323</td><td>132.91</td><td>13.04</td><td>175</td><td>76%</td></tr> <tr><td>LC 05 - Patrón</td><td>24.19</td><td>13.02</td><td>9.08</td><td>314.95</td><td>42074</td><td>133.59</td><td>13.10</td><td>175</td><td>76%</td></tr> <tr><td>LC 06 - Patrón</td><td>24.14</td><td>13.09</td><td>9.13</td><td>315.99</td><td>41429</td><td>131.11</td><td>12.86</td><td>175</td><td>75%</td></tr> <tr><td>LC 07 - Patrón</td><td>24.19</td><td>13.10</td><td>9.10</td><td>316.89</td><td>42808</td><td>135.09</td><td>13.25</td><td>175</td><td>77%</td></tr> <tr><td>LC 08 - Patrón</td><td>24.18</td><td>13.15</td><td>9.03</td><td>317.97</td><td>42705</td><td>134.31</td><td>13.18</td><td>175</td><td>77%</td></tr> <tr><td>LC 09 - Patrón</td><td>24.02</td><td>13.13</td><td>9.19</td><td>315.38</td><td>41524</td><td>131.66</td><td>12.92</td><td>175</td><td>75%</td></tr> <tr><td>LC 10 - Patrón</td><td>24.18</td><td>13.17</td><td>9.01</td><td>318.45</td><td>42717</td><td>134.14</td><td>13.16</td><td>175</td><td>77%</td></tr> <tr> <td colspan="5">Resistencia a Compresión Promedio (fb)</td> <td>Kg/cm<sup>2</sup></td> <td>133.02</td> <td>13.05</td> <td>Prom. %</td> <td>76%</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Desviación Estándar (σ)</td> <td>-</td> <td>1.57</td> <td>0.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Coeficiente de Variación</td> <td>%</td> <td>1.19</td> <td>1.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Resistencia a compresión característica (fb)</td> <td>Kg/cm<sup>2</sup></td> <td>131.45</td> <td>12.90</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño	% de resistencia	LC 01 - Patrón	24.17	13.18	9.19	318.56	42821	134.42	13.19	175	77%	LC 02 - Patrón	24.18	13.20	9.05	319.18	42318	132.59	13.01	175	76%	LC 03 - Patrón	24.15	13.08	9.17	315.88	41189	130.39	12.79	175	75%	LC 04 - Patrón	24.29	13.11	9.19	318.44	42323	132.91	13.04	175	76%	LC 05 - Patrón	24.19	13.02	9.08	314.95	42074	133.59	13.10	175	76%	LC 06 - Patrón	24.14	13.09	9.13	315.99	41429	131.11	12.86	175	75%	LC 07 - Patrón	24.19	13.10	9.10	316.89	42808	135.09	13.25	175	77%	LC 08 - Patrón	24.18	13.15	9.03	317.97	42705	134.31	13.18	175	77%	LC 09 - Patrón	24.02	13.13	9.19	315.38	41524	131.66	12.92	175	75%	LC 10 - Patrón	24.18	13.17	9.01	318.45	42717	134.14	13.16	175	77%	Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	133.02	13.05	Prom. %	76%		Desviación Estándar (σ)					-	1.57	0.15				Coeficiente de Variación					%	1.19	1.19				Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	131.45	12.90			
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																				
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño	% de resistencia																																																																																																																																																																	
LC 01 - Patrón	24.17	13.18	9.19	318.56	42821	134.42	13.19	175	77%																																																																																																																																																																	
LC 02 - Patrón	24.18	13.20	9.05	319.18	42318	132.59	13.01	175	76%																																																																																																																																																																	
LC 03 - Patrón	24.15	13.08	9.17	315.88	41189	130.39	12.79	175	75%																																																																																																																																																																	
LC 04 - Patrón	24.29	13.11	9.19	318.44	42323	132.91	13.04	175	76%																																																																																																																																																																	
LC 05 - Patrón	24.19	13.02	9.08	314.95	42074	133.59	13.10	175	76%																																																																																																																																																																	
LC 06 - Patrón	24.14	13.09	9.13	315.99	41429	131.11	12.86	175	75%																																																																																																																																																																	
LC 07 - Patrón	24.19	13.10	9.10	316.89	42808	135.09	13.25	175	77%																																																																																																																																																																	
LC 08 - Patrón	24.18	13.15	9.03	317.97	42705	134.31	13.18	175	77%																																																																																																																																																																	
LC 09 - Patrón	24.02	13.13	9.19	315.38	41524	131.66	12.92	175	75%																																																																																																																																																																	
LC 10 - Patrón	24.18	13.17	9.01	318.45	42717	134.14	13.16	175	77%																																																																																																																																																																	
Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	133.02	13.05	Prom. %	76%																																																																																																																																																																	
Desviación Estándar (σ)					-	1.57	0.15																																																																																																																																																																			
Coeficiente de Variación					%	1.19	1.19																																																																																																																																																																			
Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	131.45	12.90																																																																																																																																																																			
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR																																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																																										
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																																				
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																				

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO																																																																																																																																																																					
	ENSAYO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS																																																																																																																																																																				
	NORMA	NTP 399.604																																																																																																																																																																				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																				
	FECHA DE MOLDEO	05/03/2024	FECHA DE ROTURA	12/03/2024																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Resist. Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 1%</td><td>24.14</td><td>13.60</td><td>9.03</td><td>328.30</td><td>46594</td><td>141.92</td><td>13.92</td><td>175</td><td>81%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 1%</td><td>24.02</td><td>13.2</td><td>9.10</td><td>317.06</td><td>45561</td><td>143.70</td><td>14.10</td><td>175</td><td>82%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 1%</td><td>24.06</td><td>13.14</td><td>9.10</td><td>316.15</td><td>46103</td><td>145.83</td><td>14.31</td><td>175</td><td>83%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 1%</td><td>24.15</td><td>13.25</td><td>9.23</td><td>319.99</td><td>46504</td><td>145.33</td><td>14.26</td><td>175</td><td>83%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 1%</td><td>24.11</td><td>13.19</td><td>9.12</td><td>318.01</td><td>45631</td><td>143.49</td><td>14.08</td><td>175</td><td>82%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 1%</td><td>24.12</td><td>13.02</td><td>9.02</td><td>314.04</td><td>45332</td><td>144.35</td><td>14.16</td><td>175</td><td>82%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 1%</td><td>24.13</td><td>13.11</td><td>9.22</td><td>316.34</td><td>45465</td><td>143.72</td><td>14.10</td><td>175</td><td>82%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 1%</td><td>24.4</td><td>13.7</td><td>9.19</td><td>334.28</td><td>48447</td><td>144.93</td><td>14.22</td><td>175</td><td>83%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 1%</td><td>24.12</td><td>13.17</td><td>9.14</td><td>317.66</td><td>45846</td><td>144.32</td><td>14.16</td><td>175</td><td>82%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 1%</td><td>24.02</td><td>13.29</td><td>9.01</td><td>319.23</td><td>46174</td><td>144.64</td><td>14.19</td><td>175</td><td>83%</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;"><b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>144.22</b></td> <td><b>14.15</b></td> <td><b>Prom.</b></td> <td><b>82%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;"><b>Desviación Estándar (σ)</b></td> <td><b>-</b></td> <td><b>1.04</b></td> <td><b>0.10</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;"><b>Coefficiente de Variación</b></td> <td><b>%</b></td> <td><b>0.73</b></td> <td><b>0.73</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;"><b>Resistencia a compresión característica (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>143.18</b></td> <td><b>14.05</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 1%	24.14	13.60	9.03	328.30	46594	141.92	13.92	175	81%	LC 02 - 1%	24.02	13.2	9.10	317.06	45561	143.70	14.10	175	82%	LC 03 - 1%	24.06	13.14	9.10	316.15	46103	145.83	14.31	175	83%	LC 04 - 1%	24.15	13.25	9.23	319.99	46504	145.33	14.26	175	83%	LC 05 - 1%	24.11	13.19	9.12	318.01	45631	143.49	14.08	175	82%	LC 06 - 1%	24.12	13.02	9.02	314.04	45332	144.35	14.16	175	82%	LC 07 - 1%	24.13	13.11	9.22	316.34	45465	143.72	14.10	175	82%	LC 08 - 1%	24.4	13.7	9.19	334.28	48447	144.93	14.22	175	83%	LC 09 - 1%	24.12	13.17	9.14	317.66	45846	144.32	14.16	175	82%	LC 10 - 1%	24.02	13.29	9.01	319.23	46174	144.64	14.19	175	83%	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>144.22</b>	<b>14.15</b>	<b>Prom.</b>	<b>82%</b>	<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.04</b>	<b>0.10</b>			<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>			<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>143.18</b>	<b>14.05</b>		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																													
LC 01 - 1%	24.14	13.60	9.03	328.30	46594	141.92	13.92	175	81%																																																																																																																																																													
LC 02 - 1%	24.02	13.2	9.10	317.06	45561	143.70	14.10	175	82%																																																																																																																																																													
LC 03 - 1%	24.06	13.14	9.10	316.15	46103	145.83	14.31	175	83%																																																																																																																																																													
LC 04 - 1%	24.15	13.25	9.23	319.99	46504	145.33	14.26	175	83%																																																																																																																																																													
LC 05 - 1%	24.11	13.19	9.12	318.01	45631	143.49	14.08	175	82%																																																																																																																																																													
LC 06 - 1%	24.12	13.02	9.02	314.04	45332	144.35	14.16	175	82%																																																																																																																																																													
LC 07 - 1%	24.13	13.11	9.22	316.34	45465	143.72	14.10	175	82%																																																																																																																																																													
LC 08 - 1%	24.4	13.7	9.19	334.28	48447	144.93	14.22	175	83%																																																																																																																																																													
LC 09 - 1%	24.12	13.17	9.14	317.66	45846	144.32	14.16	175	82%																																																																																																																																																													
LC 10 - 1%	24.02	13.29	9.01	319.23	46174	144.64	14.19	175	83%																																																																																																																																																													
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>144.22</b>	<b>14.15</b>	<b>Prom.</b>	<b>82%</b>																																																																																																																																																													
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.04</b>	<b>0.10</b>																																																																																																																																																															
<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>																																																																																																																																																															
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>143.18</b>	<b>14.05</b>																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																						
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>			<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>			<b>ASESOR</b>																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																						
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALLAGA																																																																																																																																																																
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																						
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	PROTOCOLO																																																																																																																																																																					
	ENSAYO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS																																																																																																																																																																				
	NORMA	NTP 399.604																																																																																																																																																																				
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																				
	FECHA DE MOLDEO	05/03/2024	FECHA DE ROTURA	12/03/2024																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Resist. Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 1.5%</td><td>24.19</td><td>13.15</td><td>9.80</td><td>318.10</td><td>47533</td><td>149.43</td><td>14.66</td><td>175</td><td>85%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 1.5%</td><td>24.09</td><td>13.09</td><td>9.91</td><td>315.34</td><td>47905</td><td>151.92</td><td>14.90</td><td>175</td><td>87%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 1.5%</td><td>24.08</td><td>13.18</td><td>9.70</td><td>317.37</td><td>47519</td><td>149.73</td><td>14.69</td><td>175</td><td>86%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 1.5%</td><td>24.28</td><td>13.26</td><td>9.71</td><td>321.95</td><td>47560</td><td>147.72</td><td>14.49</td><td>175</td><td>84%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 1.5%</td><td>24.12</td><td>13.17</td><td>9.71</td><td>317.66</td><td>47910</td><td>150.82</td><td>14.80</td><td>175</td><td>86%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 1.5%</td><td>24.12</td><td>13.18</td><td>9.05</td><td>317.90</td><td>47205</td><td>148.49</td><td>14.57</td><td>175</td><td>85%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 1.5%</td><td>24.14</td><td>13.09</td><td>9.74</td><td>315.99</td><td>46423</td><td>146.91</td><td>14.41</td><td>175</td><td>84%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 1.5%</td><td>24.21</td><td>13.12</td><td>9.70</td><td>317.64</td><td>47792</td><td>150.46</td><td>14.76</td><td>175</td><td>86%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 1.5%</td><td>24.12</td><td>13.04</td><td>9.78</td><td>314.52</td><td>46972</td><td>149.34</td><td>14.65</td><td>175</td><td>85%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 1.5%</td><td>24.15</td><td>13.12</td><td>9.82</td><td>316.85</td><td>47561</td><td>150.11</td><td>14.73</td><td>175</td><td>86%</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Resistencia a Compresión Promedio (fb)</td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">149.49</td> <td style="text-align: center;">14.67</td> <td style="text-align: center;">Prom.</td> <td style="text-align: center;">85%</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Desviación Estándar (σ)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">1.41</td> <td style="text-align: center;">0.14</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Coeficiente de Variación</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">0.95</td> <td style="text-align: center;">0.95</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Resistencia a compresión característica (fb)</td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">148.08</td> <td style="text-align: center;">14.53</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 1.5%	24.19	13.15	9.80	318.10	47533	149.43	14.66	175	85%	LC 02 - 1.5%	24.09	13.09	9.91	315.34	47905	151.92	14.90	175	87%	LC 03 - 1.5%	24.08	13.18	9.70	317.37	47519	149.73	14.69	175	86%	LC 04 - 1.5%	24.28	13.26	9.71	321.95	47560	147.72	14.49	175	84%	LC 05 - 1.5%	24.12	13.17	9.71	317.66	47910	150.82	14.80	175	86%	LC 06 - 1.5%	24.12	13.18	9.05	317.90	47205	148.49	14.57	175	85%	LC 07 - 1.5%	24.14	13.09	9.74	315.99	46423	146.91	14.41	175	84%	LC 08 - 1.5%	24.21	13.12	9.70	317.64	47792	150.46	14.76	175	86%	LC 09 - 1.5%	24.12	13.04	9.78	314.52	46972	149.34	14.65	175	85%	LC 10 - 1.5%	24.15	13.12	9.82	316.85	47561	150.11	14.73	175	86%	Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	149.49	14.67	Prom.	85%	Desviación Estándar (σ)					-	1.41	0.14			Coeficiente de Variación					%	0.95	0.95			Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	148.08	14.53		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																													
LC 01 - 1.5%	24.19	13.15	9.80	318.10	47533	149.43	14.66	175	85%																																																																																																																																																													
LC 02 - 1.5%	24.09	13.09	9.91	315.34	47905	151.92	14.90	175	87%																																																																																																																																																													
LC 03 - 1.5%	24.08	13.18	9.70	317.37	47519	149.73	14.69	175	86%																																																																																																																																																													
LC 04 - 1.5%	24.28	13.26	9.71	321.95	47560	147.72	14.49	175	84%																																																																																																																																																													
LC 05 - 1.5%	24.12	13.17	9.71	317.66	47910	150.82	14.80	175	86%																																																																																																																																																													
LC 06 - 1.5%	24.12	13.18	9.05	317.90	47205	148.49	14.57	175	85%																																																																																																																																																													
LC 07 - 1.5%	24.14	13.09	9.74	315.99	46423	146.91	14.41	175	84%																																																																																																																																																													
LC 08 - 1.5%	24.21	13.12	9.70	317.64	47792	150.46	14.76	175	86%																																																																																																																																																													
LC 09 - 1.5%	24.12	13.04	9.78	314.52	46972	149.34	14.65	175	85%																																																																																																																																																													
LC 10 - 1.5%	24.15	13.12	9.82	316.85	47561	150.11	14.73	175	86%																																																																																																																																																													
Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	149.49	14.67	Prom.	85%																																																																																																																																																													
Desviación Estándar (σ)					-	1.41	0.14																																																																																																																																																															
Coeficiente de Variación					%	0.95	0.95																																																																																																																																																															
Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	148.08	14.53																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																						
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																						
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																																
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>							
	PROTOCOLO							
	ENSAYO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS						
	NORMA	NTP 399.604						
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023						
	FECHA DE MOLDEO	05/03/2024	FECHA DE ROTURA	12/03/2024				

Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia			
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia
LC 01 - 2%	24.01	13.12	9.00	315.01	48283	153.27	15.04	175	88%
LC 02 - 2%	24.11	13	9.15	313.43	48363	154.30	15.14	175	88%
LC 03 - 2%	24.12	13.12	9.05	316.45	48940	154.65	15.17	175	88%
LC 04 - 2%	24.09	13.18	9.17	317.51	49664	156.42	15.34	175	89%
LC 05 - 2%	24.15	13.1	9.65	316.37	48591	153.59	15.07	175	88%
LC 06 - 2%	24.1	13.12	9.70	316.19	48350	152.91	15.00	175	87%
LC 07 - 2%	24.12	13.10	9.51	315.97	49010	155.11	15.22	175	89%
LC 08 - 2%	24.2	13.2	9.19	319.44	49125	153.78	15.09	175	88%
LC 09 - 2%	24.00	13.12	9.07	314.88	48571	154.25	15.13	175	88%
LC 10 - 2%	24.15	13.11	9.62	316.61	48334	152.66	14.98	175	87%
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>154.10</b>	<b>15.12</b>	<b>Prom.</b>	<b>88%</b>
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.12</b>	<b>0.11</b>		
<b>Coficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>		
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>152.98</b>	<b>15.01</b>		

**OBSERVACIONES**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO	NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA
FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>					
	PROTOCOLO					
	ENSAYO			RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 14 DÍAS		
	NORMA			NTP 399.604		
	TESIS			RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023		
	FECHA DE MOLDEO		05/03/2024	FECHA DE ROTURA		19/03/2024

Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia			
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia
LC 01 - Patrón	24.13	13.07	9.15	315.38	54246	172.00	16.87	175	98%
LC 02 - Patrón	24.01	13.18	9.18	316.45	54496	172.21	16.89	175	98%
LC 03 - Patrón	24.17	13.24	9.15	320.01	53876	168.36	16.52	175	96%
LC 04 - Patrón	24.12	13.18	9.18	317.90	53685	168.87	16.57	175	96%
LC 05 - Patrón	24.00	13.16	9.15	315.84	53495	169.37	16.62	175	97%
LC 06 - Patrón	24.17	13.04	9.02	315.18	53301	169.11	16.59	175	97%
LC 07 - Patrón	24.09	13.13	9.12	316.30	53716	169.83	16.66	175	97%
LC 08 - Patrón	24.13	13.15	9.01	317.31	54880	172.95	16.97	175	99%
LC 09 - Patrón	24.11	13.03	9.11	314.15	53792	171.23	16.80	175	98%
LC 10 - Patrón	24.00	13.01	9.10	312.24	53766	172.19	16.89	175	98%
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>170.61</b>	<b>16.74</b>	Prom.	<b>97%</b>
<b>Desviación Estándar (s)</b>					-	<b>1.68</b>	<b>0.16</b>		
<b>Coefficiente de Variación</b>					%	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>		
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>168.93</b>	<b>16.57</b>		

**OBSERVACIONES**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO	NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALLAGA
FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>								
	<b>PROTOCOLO</b>								
	<b>ENSAYO</b>			RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 14 DÍAS					
	<b>NORMA</b>			NTP 399.604					
	<b>TESIS</b>			RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023					
<b>FECHA DE MOLDEO</b>			05/03/2024			<b>FECHA DE ROTURA</b>		19.03/2024	

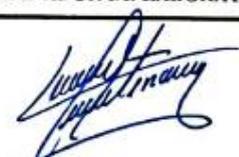
  

Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia			
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia
LC 01 - 1%	24.12	13.00	9.19	313.56	54698	174.44	17.11	175	100%
LC 02 - 1%	25.09	13.01	9.18	326.42	57184	175.18	17.19	175	100%
LC 03 - 1%	24.02	13.16	9.10	316.10	55615	175.94	17.26	175	101%
LC 04 - 1%	24.19	13.08	9.14	316.41	56098	177.30	17.39	175	101%
LC 05 - 1%	24.17	13.15	9.06	317.84	56232	176.92	17.36	175	101%
LC 06 - 1%	24.09	13.00	9.20	313.17	54960	175.50	17.22	175	100%
LC 07 - 1%	24.13	13.10	9.16	316.10	55725	176.29	17.29	175	101%
LC 08 - 1%	24.12	13.23	9.26	319.11	55614	174.28	17.10	175	100%
LC 09 - 1%	24.00	13.05	9.15	313.20	55430	176.98	17.36	175	101%
LC 10 - 1%	24.15	13.16	9.06	317.81	55354	174.17	17.09	175	100%
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>175.70</b>	<b>17.24</b>	<b>Prom</b>	<b>100%</b>
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.11</b>	<b>0.11</b>		
<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>		
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>174.59</b>	<b>17.13</b>		

**OBSERVACIONES**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO	NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN	NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA
FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024	FECHA: 16/04/2024

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>																																																																																																																																																																				
	PROTOCOLO																																																																																																																																																																				
	ENSAYO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 14 DÍAS																																																																																																																																																																			
	NORMA	NTP 399.604																																																																																																																																																																			
	TESIS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																			
FECHA DE MOLDEO	05/03/2024		FECHA DE ROTURA	19/03/2024																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Resist. Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 1.5%</td><td>24.00</td><td>13.25</td><td>9.12</td><td>318.00</td><td>57672</td><td>181.36</td><td>17.79</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 1.5%</td><td>24.16</td><td>13.24</td><td>9.21</td><td>319.88</td><td>57596</td><td>180.06</td><td>17.66</td><td>175</td><td>103%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 1.5%</td><td>24.18</td><td>13.17</td><td>9.18</td><td>318.45</td><td>57716</td><td>181.24</td><td>17.78</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 1.5%</td><td>24.01</td><td>13.12</td><td>9.11</td><td>315.01</td><td>57130</td><td>181.36</td><td>17.79</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 1.5%</td><td>24.16</td><td>13.14</td><td>9.12</td><td>317.46</td><td>57999</td><td>182.70</td><td>17.92</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 1.5%</td><td>24.19</td><td>13.18</td><td>9.27</td><td>318.82</td><td>57879</td><td>181.54</td><td>17.81</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 1.5%</td><td>24.19</td><td>13.17</td><td>9.12</td><td>318.58</td><td>57022</td><td>178.99</td><td>17.56</td><td>175</td><td>102%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 1.5%</td><td>24.13</td><td>13.22</td><td>9.11</td><td>319.00</td><td>57402</td><td>179.94</td><td>17.65</td><td>175</td><td>103%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 1.5%</td><td>24.18</td><td>13.08</td><td>9.13</td><td>316.27</td><td>57823</td><td>182.83</td><td>17.94</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 1.5%</td><td>24.17</td><td>13.15</td><td>9.19</td><td>317.84</td><td>57510</td><td>180.94</td><td>17.75</td><td>175</td><td>103%</td></tr> <tr> <td colspan="5"><b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>181.09</b></td> <td><b>17.77</b></td> <td><b>Prom.</b></td> <td><b>103%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Desviación Estándar (σ)</b></td> <td><b>-</b></td> <td><b>1.13</b></td> <td><b>0.11</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Coefficiente de Variación</b></td> <td><b>%</b></td> <td><b>0.63</b></td> <td><b>0.63</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Resistencia a compresión característica (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>179.96</b></td> <td><b>17.65</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 1.5%	24.00	13.25	9.12	318.00	57672	181.36	17.79	175	104%	LC 02 - 1.5%	24.16	13.24	9.21	319.88	57596	180.06	17.66	175	103%	LC 03 - 1.5%	24.18	13.17	9.18	318.45	57716	181.24	17.78	175	104%	LC 04 - 1.5%	24.01	13.12	9.11	315.01	57130	181.36	17.79	175	104%	LC 05 - 1.5%	24.16	13.14	9.12	317.46	57999	182.70	17.92	175	104%	LC 06 - 1.5%	24.19	13.18	9.27	318.82	57879	181.54	17.81	175	104%	LC 07 - 1.5%	24.19	13.17	9.12	318.58	57022	178.99	17.56	175	102%	LC 08 - 1.5%	24.13	13.22	9.11	319.00	57402	179.94	17.65	175	103%	LC 09 - 1.5%	24.18	13.08	9.13	316.27	57823	182.83	17.94	175	104%	LC 10 - 1.5%	24.17	13.15	9.19	317.84	57510	180.94	17.75	175	103%	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>181.09</b>	<b>17.77</b>	<b>Prom.</b>	<b>103%</b>	<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.13</b>	<b>0.11</b>			<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>			<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>179.96</b>	<b>17.65</b>		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																															
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Resist. Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																												
LC 01 - 1.5%	24.00	13.25	9.12	318.00	57672	181.36	17.79	175	104%																																																																																																																																																												
LC 02 - 1.5%	24.16	13.24	9.21	319.88	57596	180.06	17.66	175	103%																																																																																																																																																												
LC 03 - 1.5%	24.18	13.17	9.18	318.45	57716	181.24	17.78	175	104%																																																																																																																																																												
LC 04 - 1.5%	24.01	13.12	9.11	315.01	57130	181.36	17.79	175	104%																																																																																																																																																												
LC 05 - 1.5%	24.16	13.14	9.12	317.46	57999	182.70	17.92	175	104%																																																																																																																																																												
LC 06 - 1.5%	24.19	13.18	9.27	318.82	57879	181.54	17.81	175	104%																																																																																																																																																												
LC 07 - 1.5%	24.19	13.17	9.12	318.58	57022	178.99	17.56	175	102%																																																																																																																																																												
LC 08 - 1.5%	24.13	13.22	9.11	319.00	57402	179.94	17.65	175	103%																																																																																																																																																												
LC 09 - 1.5%	24.18	13.08	9.13	316.27	57823	182.83	17.94	175	104%																																																																																																																																																												
LC 10 - 1.5%	24.17	13.15	9.19	317.84	57510	180.94	17.75	175	103%																																																																																																																																																												
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>181.09</b>	<b>17.77</b>	<b>Prom.</b>	<b>103%</b>																																																																																																																																																												
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.13</b>	<b>0.11</b>																																																																																																																																																														
<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.63</b>	<b>0.63</b>																																																																																																																																																														
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>179.96</b>	<b>17.65</b>																																																																																																																																																														
<b>OBSERVACIONES</b>																																																																																																																																																																					
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>			<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>			<b>ASESOR</b>																																																																																																																																																															
																																																																																																																																																																					
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																															
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																															

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																						
PROTOCOLO																																																																																																																																																																						
ENSAYO				RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 14 DÍAS																																																																																																																																																																		
NORMA				NTP 399.604																																																																																																																																																																		
TESIS				RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																		
FECHA DE MOLDEO				05/03/2024		FECHA DE ROTURA		19/03/2024																																																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 2%</td><td>24.18</td><td>13.19</td><td>9.10</td><td>318.93</td><td>58556</td><td>183.60</td><td>18.01</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 2%</td><td>24.02</td><td>13.08</td><td>9.08</td><td>314.18</td><td>58452</td><td>186.05</td><td>18.25</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 2%</td><td>24.17</td><td>13.12</td><td>9.19</td><td>317.11</td><td>58541</td><td>184.61</td><td>18.11</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 2%</td><td>24.12</td><td>13.12</td><td>9.2</td><td>316.45</td><td>58899</td><td>186.12</td><td>18.26</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 2%</td><td>24.19</td><td>13.08</td><td>9.03</td><td>316.41</td><td>58297</td><td>184.25</td><td>18.07</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 2%</td><td>24.02</td><td>13.16</td><td>9.30</td><td>316.10</td><td>58574</td><td>185.30</td><td>18.18</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 2%</td><td>24.14</td><td>13.12</td><td>9.03</td><td>316.72</td><td>58175</td><td>183.68</td><td>18.02</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 2%</td><td>24.04</td><td>13.27</td><td>9.14</td><td>319.01</td><td>58962</td><td>184.83</td><td>18.13</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 2%</td><td>24.16</td><td>13.05</td><td>9.04</td><td>315.29</td><td>58009</td><td>183.99</td><td>18.05</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 2%</td><td>24.02</td><td>13.14</td><td>9.17</td><td>315.62</td><td>57768</td><td>183.03</td><td>17.96</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr> <td colspan="5"><b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>184.54</b></td> <td><b>18.10</b></td> <td><b>Prom.</b></td> <td><b>105%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Desviación Estándar (σ)</b></td> <td><b>-</b></td> <td><b>1.04</b></td> <td><b>0.10</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Coefficiente de Variación</b></td> <td><b>%</b></td> <td><b>0.57</b></td> <td><b>0.57</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5"><b>Resistencia a compresión característica (fb)</b></td> <td><b>Kg/cm<sup>2</sup></b></td> <td><b>183.50</b></td> <td><b>18.00</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 2%	24.18	13.19	9.10	318.93	58556	183.60	18.01	175	105%	LC 02 - 2%	24.02	13.08	9.08	314.18	58452	186.05	18.25	175	106%	LC 03 - 2%	24.17	13.12	9.19	317.11	58541	184.61	18.11	175	105%	LC 04 - 2%	24.12	13.12	9.2	316.45	58899	186.12	18.26	175	106%	LC 05 - 2%	24.19	13.08	9.03	316.41	58297	184.25	18.07	175	105%	LC 06 - 2%	24.02	13.16	9.30	316.10	58574	185.30	18.18	175	106%	LC 07 - 2%	24.14	13.12	9.03	316.72	58175	183.68	18.02	175	105%	LC 08 - 2%	24.04	13.27	9.14	319.01	58962	184.83	18.13	175	106%	LC 09 - 2%	24.16	13.05	9.04	315.29	58009	183.99	18.05	175	105%	LC 10 - 2%	24.02	13.14	9.17	315.62	57768	183.03	17.96	175	105%	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>184.54</b>	<b>18.10</b>	<b>Prom.</b>	<b>105%</b>	<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.04</b>	<b>0.10</b>			<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>			<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>183.50</b>	<b>18.00</b>		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																													
LC 01 - 2%	24.18	13.19	9.10	318.93	58556	183.60	18.01	175	105%																																																																																																																																																													
LC 02 - 2%	24.02	13.08	9.08	314.18	58452	186.05	18.25	175	106%																																																																																																																																																													
LC 03 - 2%	24.17	13.12	9.19	317.11	58541	184.61	18.11	175	105%																																																																																																																																																													
LC 04 - 2%	24.12	13.12	9.2	316.45	58899	186.12	18.26	175	106%																																																																																																																																																													
LC 05 - 2%	24.19	13.08	9.03	316.41	58297	184.25	18.07	175	105%																																																																																																																																																													
LC 06 - 2%	24.02	13.16	9.30	316.10	58574	185.30	18.18	175	106%																																																																																																																																																													
LC 07 - 2%	24.14	13.12	9.03	316.72	58175	183.68	18.02	175	105%																																																																																																																																																													
LC 08 - 2%	24.04	13.27	9.14	319.01	58962	184.83	18.13	175	106%																																																																																																																																																													
LC 09 - 2%	24.16	13.05	9.04	315.29	58009	183.99	18.05	175	105%																																																																																																																																																													
LC 10 - 2%	24.02	13.14	9.17	315.62	57768	183.03	17.96	175	105%																																																																																																																																																													
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>184.54</b>	<b>18.10</b>	<b>Prom.</b>	<b>105%</b>																																																																																																																																																													
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					<b>-</b>	<b>1.04</b>	<b>0.10</b>																																																																																																																																																															
<b>Coefficiente de Variación</b>					<b>%</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>																																																																																																																																																															
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>183.50</b>	<b>18.00</b>																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																						
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																						
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																																
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																						
PROTOCOLO																																																																																																																																																																						
ENSAYO		RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS																																																																																																																																																																				
NORMA		NTP 399.604																																																																																																																																																																				
TESTS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																				
FECHA DE MOLDEO		05/03/2024			FECHA DE ROTURA			02/04/2024																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - Patrón</td><td>24.50</td><td>13.08</td><td>9.19</td><td>320.46</td><td>58506</td><td>182.57</td><td>17.91</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 02 - Patrón</td><td>24.09</td><td>13.18</td><td>9.01</td><td>317.51</td><td>58050</td><td>182.83</td><td>17.94</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 03 - Patrón</td><td>24.12</td><td>13.00</td><td>9.15</td><td>313.56</td><td>57093</td><td>182.08</td><td>17.86</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 04 - Patrón</td><td>24.19</td><td>13.10</td><td>9.20</td><td>316.89</td><td>57308</td><td>180.85</td><td>17.74</td><td>175</td><td>103%</td></tr> <tr><td>LC 05 - Patrón</td><td>24.20</td><td>13.06</td><td>9.05</td><td>316.05</td><td>58138</td><td>183.95</td><td>18.05</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 06 - Patrón</td><td>24.10</td><td>13.61</td><td>9.12</td><td>328.00</td><td>59622</td><td>181.77</td><td>17.83</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 07 - Patrón</td><td>24.12</td><td>13.11</td><td>9.20</td><td>316.21</td><td>57102</td><td>180.58</td><td>17.71</td><td>175</td><td>103%</td></tr> <tr><td>LC 08 - Patrón</td><td>24.01</td><td>13.10</td><td>9.02</td><td>314.53</td><td>57347</td><td>182.33</td><td>17.89</td><td>175</td><td>104%</td></tr> <tr><td>LC 09 - Patrón</td><td>24.10</td><td>13.01</td><td>9.10</td><td>313.54</td><td>57787</td><td>184.30</td><td>18.08</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 10 - Patrón</td><td>24.01</td><td>13.10</td><td>9.11</td><td>314.53</td><td>57958</td><td>184.27</td><td>18.08</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b></td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><b>182.55</b></td> <td style="text-align: center;"><b>17.91</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Prom.</b></td> <td style="text-align: center;"><b>104%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Desviación Estándar (σ)</b></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;"><b>1.32</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.13</b></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Coefficiente de Variación</b></td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;"><b>0.73</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.73</b></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Resistencia a compresión característica (fb)</b></td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><b>181.23</b></td> <td style="text-align: center;"><b>17.78</b></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia	LC 01 - Patrón	24.50	13.08	9.19	320.46	58506	182.57	17.91	175	104%	LC 02 - Patrón	24.09	13.18	9.01	317.51	58050	182.83	17.94	175	104%	LC 03 - Patrón	24.12	13.00	9.15	313.56	57093	182.08	17.86	175	104%	LC 04 - Patrón	24.19	13.10	9.20	316.89	57308	180.85	17.74	175	103%	LC 05 - Patrón	24.20	13.06	9.05	316.05	58138	183.95	18.05	175	105%	LC 06 - Patrón	24.10	13.61	9.12	328.00	59622	181.77	17.83	175	104%	LC 07 - Patrón	24.12	13.11	9.20	316.21	57102	180.58	17.71	175	103%	LC 08 - Patrón	24.01	13.10	9.02	314.53	57347	182.33	17.89	175	104%	LC 09 - Patrón	24.10	13.01	9.10	313.54	57787	184.30	18.08	175	105%	LC 10 - Patrón	24.01	13.10	9.11	314.53	57958	184.27	18.08	175	105%	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>182.55</b>	<b>17.91</b>	<b>Prom.</b>	<b>104%</b>	<b>Desviación Estándar (σ)</b>					-	<b>1.32</b>	<b>0.13</b>			<b>Coefficiente de Variación</b>					%	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>			<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>181.23</b>	<b>17.78</b>		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																													
LC 01 - Patrón	24.50	13.08	9.19	320.46	58506	182.57	17.91	175	104%																																																																																																																																																													
LC 02 - Patrón	24.09	13.18	9.01	317.51	58050	182.83	17.94	175	104%																																																																																																																																																													
LC 03 - Patrón	24.12	13.00	9.15	313.56	57093	182.08	17.86	175	104%																																																																																																																																																													
LC 04 - Patrón	24.19	13.10	9.20	316.89	57308	180.85	17.74	175	103%																																																																																																																																																													
LC 05 - Patrón	24.20	13.06	9.05	316.05	58138	183.95	18.05	175	105%																																																																																																																																																													
LC 06 - Patrón	24.10	13.61	9.12	328.00	59622	181.77	17.83	175	104%																																																																																																																																																													
LC 07 - Patrón	24.12	13.11	9.20	316.21	57102	180.58	17.71	175	103%																																																																																																																																																													
LC 08 - Patrón	24.01	13.10	9.02	314.53	57347	182.33	17.89	175	104%																																																																																																																																																													
LC 09 - Patrón	24.10	13.01	9.10	313.54	57787	184.30	18.08	175	105%																																																																																																																																																													
LC 10 - Patrón	24.01	13.10	9.11	314.53	57958	184.27	18.08	175	105%																																																																																																																																																													
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>182.55</b>	<b>17.91</b>	<b>Prom.</b>	<b>104%</b>																																																																																																																																																													
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					-	<b>1.32</b>	<b>0.13</b>																																																																																																																																																															
<b>Coefficiente de Variación</b>					%	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>																																																																																																																																																															
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>181.23</b>	<b>17.78</b>																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																						
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>			<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>			<b>ASESOR</b>																																																																																																																																																																
																																																																																																																																																																						
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr Ing. ORLANDO AGUILAR ALJAGA																																																																																																																																																																
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																										
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	PROTOCOLO																																																																																																																																																																									
	ENSAYO			RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS																																																																																																																																																																						
	NORMA			NTP 399.604																																																																																																																																																																						
	TESIS			RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																																						
	FECHA DE MOLDEO			05/03/2024	FECHA DE ROTURA			02/04/2024																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 1%</td><td>24.12</td><td>13.09</td><td>9.15</td><td>315.73</td><td>58419</td><td>185.03</td><td>18.15</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 1%</td><td>24.15</td><td>13.05</td><td>9.00</td><td>315.16</td><td>58329</td><td>185.08</td><td>18.16</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 1%</td><td>24.08</td><td>13.2</td><td>9.17</td><td>317.86</td><td>58911</td><td>185.34</td><td>18.18</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 1%</td><td>24.12</td><td>13.15</td><td>9.01</td><td>317.18</td><td>58982</td><td>185.96</td><td>18.24</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 1%</td><td>24.18</td><td>13.09</td><td>9.13</td><td>316.52</td><td>58191</td><td>183.85</td><td>18.04</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 1%</td><td>24.05</td><td>13.19</td><td>9.08</td><td>317.22</td><td>58124</td><td>183.23</td><td>17.97</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 1%</td><td>24.19</td><td>13.19</td><td>9.03</td><td>319.07</td><td>58578</td><td>183.59</td><td>18.01</td><td>175</td><td>105%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 1%</td><td>24.15</td><td>13.1</td><td>9.14</td><td>316.37</td><td>58633</td><td>185.33</td><td>18.18</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 1%</td><td>24.00</td><td>13.02</td><td>9.13</td><td>312.48</td><td>58027</td><td>185.70</td><td>18.22</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 1%</td><td>24.01</td><td>13.15</td><td>9.01</td><td>315.73</td><td>58724</td><td>185.99</td><td>18.25</td><td>175</td><td>106%</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b></td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><b>184.91</b></td> <td style="text-align: center;"><b>18.14</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Prom.</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>106%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Desviación Estándar (σ)</b></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;"><b>0.95</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.09</b></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Coefficiente de Variación</b></td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;"><b>0.52</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.52</b></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Resistencia a compresión característica (fb)</b></td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;"><b>183.96</b></td> <td style="text-align: center;"><b>18.05</b></td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>										Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 1%	24.12	13.09	9.15	315.73	58419	185.03	18.15	175	106%	LC 02 - 1%	24.15	13.05	9.00	315.16	58329	185.08	18.16	175	106%	LC 03 - 1%	24.08	13.2	9.17	317.86	58911	185.34	18.18	175	106%	LC 04 - 1%	24.12	13.15	9.01	317.18	58982	185.96	18.24	175	106%	LC 05 - 1%	24.18	13.09	9.13	316.52	58191	183.85	18.04	175	105%	LC 06 - 1%	24.05	13.19	9.08	317.22	58124	183.23	17.97	175	105%	LC 07 - 1%	24.19	13.19	9.03	319.07	58578	183.59	18.01	175	105%	LC 08 - 1%	24.15	13.1	9.14	316.37	58633	185.33	18.18	175	106%	LC 09 - 1%	24.00	13.02	9.13	312.48	58027	185.70	18.22	175	106%	LC 10 - 1%	24.01	13.15	9.01	315.73	58724	185.99	18.25	175	106%	<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>184.91</b>	<b>18.14</b>	<b>Prom.</b>	<b>106%</b>		<b>Desviación Estándar (σ)</b>					-	<b>0.95</b>	<b>0.09</b>				<b>Coefficiente de Variación</b>					%	<b>0.52</b>	<b>0.52</b>				<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>183.96</b>	<b>18.05</b>			
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia																																																																																																																																																																				
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																																	
LC 01 - 1%	24.12	13.09	9.15	315.73	58419	185.03	18.15	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 02 - 1%	24.15	13.05	9.00	315.16	58329	185.08	18.16	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 03 - 1%	24.08	13.2	9.17	317.86	58911	185.34	18.18	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 04 - 1%	24.12	13.15	9.01	317.18	58982	185.96	18.24	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 05 - 1%	24.18	13.09	9.13	316.52	58191	183.85	18.04	175	105%																																																																																																																																																																	
LC 06 - 1%	24.05	13.19	9.08	317.22	58124	183.23	17.97	175	105%																																																																																																																																																																	
LC 07 - 1%	24.19	13.19	9.03	319.07	58578	183.59	18.01	175	105%																																																																																																																																																																	
LC 08 - 1%	24.15	13.1	9.14	316.37	58633	185.33	18.18	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 09 - 1%	24.00	13.02	9.13	312.48	58027	185.70	18.22	175	106%																																																																																																																																																																	
LC 10 - 1%	24.01	13.15	9.01	315.73	58724	185.99	18.25	175	106%																																																																																																																																																																	
<b>Resistencia a Compresión Promedio (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>184.91</b>	<b>18.14</b>	<b>Prom.</b>	<b>106%</b>																																																																																																																																																																	
<b>Desviación Estándar (σ)</b>					-	<b>0.95</b>	<b>0.09</b>																																																																																																																																																																			
<b>Coefficiente de Variación</b>					%	<b>0.52</b>	<b>0.52</b>																																																																																																																																																																			
<b>Resistencia a compresión característica (fb)</b>					Kg/cm <sup>2</sup>	<b>183.96</b>	<b>18.05</b>																																																																																																																																																																			
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																										
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>			<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>			<b>ASESOR</b>																																																																																																																																																																				
																																																																																																																																																																										
NOMBRE: Bach. EDYTHA HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																																				
FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024			FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																																				

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>	<b>LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>																																																																																																																																																																	
	PROTOCOLO																																																																																																																																																																	
	<b>ENSAYO</b>		RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS																																																																																																																																																															
	<b>NORMA</b>		NTP 399.604																																																																																																																																																															
	<b>TESIS</b>		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023																																																																																																																																																															
<b>FECHA DE MOLDEO</b>		05/03/2024	<b>FECHA DE ROTURA</b>		02/04/2024																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especímen</th> <th colspan="3">Dimensiones (cm)</th> <th rowspan="2">Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Carga Máxima (kg)</th> <th colspan="4">Resistencia</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>kg/cm<sup>2</sup></th> <th>MP</th> <th>Diseño.</th> <th>% de resistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LC 01 - 1.5%</td><td>24.15</td><td>13.15</td><td>9.62</td><td>317.57</td><td>59284</td><td>186.68</td><td>18.31</td><td>175</td><td>107%</td></tr> <tr><td>LC 02 - 1.5%</td><td>24.00</td><td>13.04</td><td>9.91</td><td>312.96</td><td>58722</td><td>187.63</td><td>18.41</td><td>175</td><td>107%</td></tr> <tr><td>LC 03 - 1.5%</td><td>24.19</td><td>13.07</td><td>9.38</td><td>316.16</td><td>59598</td><td>188.50</td><td>18.49</td><td>175</td><td>108%</td></tr> <tr><td>LC 04 - 1.5%</td><td>24.20</td><td>13.12</td><td>9.51</td><td>317.50</td><td>60743</td><td>191.31</td><td>18.77</td><td>175</td><td>109%</td></tr> <tr><td>LC 05 - 1.5%</td><td>24.02</td><td>13.04</td><td>9.82</td><td>313.22</td><td>59561</td><td>190.16</td><td>18.65</td><td>175</td><td>109%</td></tr> <tr><td>LC 06 - 1.5%</td><td>24.13</td><td>13.18</td><td>9.27</td><td>318.03</td><td>60668</td><td>190.76</td><td>18.71</td><td>175</td><td>109%</td></tr> <tr><td>LC 07 - 1.5%</td><td>24.05</td><td>13.17</td><td>9.52</td><td>316.74</td><td>59188</td><td>186.87</td><td>18.33</td><td>175</td><td>107%</td></tr> <tr><td>LC 08 - 1.5%</td><td>24.19</td><td>13.02</td><td>9.61</td><td>314.95</td><td>59625</td><td>189.31</td><td>18.57</td><td>175</td><td>108%</td></tr> <tr><td>LC 09 - 1.5%</td><td>24.25</td><td>13.18</td><td>9.43</td><td>319.62</td><td>60916</td><td>190.59</td><td>18.70</td><td>175</td><td>109%</td></tr> <tr><td>LC 10 - 1.5%</td><td>24.18</td><td>13.08</td><td>9.82</td><td>316.27</td><td>59532</td><td>188.23</td><td>18.47</td><td>175</td><td>108%</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Resistencia a Compresión Promedio (fb)</td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">189.00</td> <td style="text-align: center;">18.54</td> <td style="text-align: center;">Prom.</td> <td style="text-align: center;">108%</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Desviación Estándar (σ)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">1.58</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Coeficiente de Variación</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Resistencia a compresión característica (fb)</td> <td style="text-align: center;">Kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">187.42</td> <td style="text-align: center;">18.39</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>						Especímen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia				Largo	Ancho	Alto	kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia	LC 01 - 1.5%	24.15	13.15	9.62	317.57	59284	186.68	18.31	175	107%	LC 02 - 1.5%	24.00	13.04	9.91	312.96	58722	187.63	18.41	175	107%	LC 03 - 1.5%	24.19	13.07	9.38	316.16	59598	188.50	18.49	175	108%	LC 04 - 1.5%	24.20	13.12	9.51	317.50	60743	191.31	18.77	175	109%	LC 05 - 1.5%	24.02	13.04	9.82	313.22	59561	190.16	18.65	175	109%	LC 06 - 1.5%	24.13	13.18	9.27	318.03	60668	190.76	18.71	175	109%	LC 07 - 1.5%	24.05	13.17	9.52	316.74	59188	186.87	18.33	175	107%	LC 08 - 1.5%	24.19	13.02	9.61	314.95	59625	189.31	18.57	175	108%	LC 09 - 1.5%	24.25	13.18	9.43	319.62	60916	190.59	18.70	175	109%	LC 10 - 1.5%	24.18	13.08	9.82	316.27	59532	188.23	18.47	175	108%	Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	189.00	18.54	Prom.	108%	Desviación Estándar (σ)					-	1.58	0.16			Coeficiente de Variación					%	0.84	0.84			Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	187.42	18.39		
Especímen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)		Resistencia																																																																																																																																																											
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia																																																																																																																																																									
LC 01 - 1.5%	24.15	13.15	9.62	317.57	59284	186.68	18.31	175	107%																																																																																																																																																									
LC 02 - 1.5%	24.00	13.04	9.91	312.96	58722	187.63	18.41	175	107%																																																																																																																																																									
LC 03 - 1.5%	24.19	13.07	9.38	316.16	59598	188.50	18.49	175	108%																																																																																																																																																									
LC 04 - 1.5%	24.20	13.12	9.51	317.50	60743	191.31	18.77	175	109%																																																																																																																																																									
LC 05 - 1.5%	24.02	13.04	9.82	313.22	59561	190.16	18.65	175	109%																																																																																																																																																									
LC 06 - 1.5%	24.13	13.18	9.27	318.03	60668	190.76	18.71	175	109%																																																																																																																																																									
LC 07 - 1.5%	24.05	13.17	9.52	316.74	59188	186.87	18.33	175	107%																																																																																																																																																									
LC 08 - 1.5%	24.19	13.02	9.61	314.95	59625	189.31	18.57	175	108%																																																																																																																																																									
LC 09 - 1.5%	24.25	13.18	9.43	319.62	60916	190.59	18.70	175	109%																																																																																																																																																									
LC 10 - 1.5%	24.18	13.08	9.82	316.27	59532	188.23	18.47	175	108%																																																																																																																																																									
Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	189.00	18.54	Prom.	108%																																																																																																																																																									
Desviación Estándar (σ)					-	1.58	0.16																																																																																																																																																											
Coeficiente de Variación					%	0.84	0.84																																																																																																																																																											
Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	187.42	18.39																																																																																																																																																											
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>		<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>		<b>ASESOR</b>																																																																																																																																																														
																																																																																																																																																																		
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO		NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN		NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA																																																																																																																																																														
FECHA: 16/04/2024		FECHA: 16/04/2024		FECHA: 16/04/2024																																																																																																																																																														

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO		RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS							
NORMA		NTP 399.604							
TESIS		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE CONCRETO VIBRADO CON ADICIÓN DE ASERRÍN METÁLICO EN 1%, 1.5% Y 2% CAJAMARCA 2023							
FECHA DE MOLDEO		05/03/2024			FECHA DE ROTURA		02/04/2024		
Especimen	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia			
	Largo	Ancho	Alto			kg/cm <sup>2</sup>	MP	Diseño.	% de resistencia
LC 01 - 2%	24.11	13.12	9.02	316.32	61635	194.85	19.11	175	111%
LC 02 - 2%	24.08	13.01	9.12	313.28	60093	191.82	18.82	175	110%
LC 03 - 2%	24.15	13.01	9.15	314.19	60915	193.88	19.02	175	111%
LC 04 - 2%	24.05	13.19	9.02	317.22	61393	193.53	18.99	175	111%
LC 05 - 2%	24.13	13.12	9.14	316.59	61027	192.77	18.91	175	110%
LC 06 - 2%	24.1	13.15	9.02	316.92	60192	189.93	18.63	175	109%
LC 07 - 2%	24.08	13.00	9.10	313.04	59998	191.66	18.80	175	110%
LC 08 - 2%	24.12	13.12	9.09	316.45	61157	193.26	18.96	175	110%
LC 09 - 2%	24.12	13.19	9.12	318.14	61303	192.69	18.90	175	110%
LC 10 - 2%	24.18	13.05	9.11	315.55	60080	190.40	18.68	175	109%
Resistencia a Compresión Promedio (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	192.48	18.88	Prom.	110%
Desviación Estándar (σ)					-	1.54	0.15		
Coeficiente de Variación					%	0.81	0.81		
Resistencia a compresión característica (fb)					Kg/cm <sup>2</sup>	190.94	18.73		
OBSERVACIONES									
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR			
									
NOMBRE: Bach. EDYTH A. HUACAL MARRUFO			NOMBRE: ING. LUIS E. HERRERA TERÁN			NOMBRE: Dr. Ing. ORLANDO AGUILAR ALIAGA			

## 1.2. Panel fotográfico.

**Fotografía N° 01:** Granulometría de los agregados



**Fotografía N° 02:** Contenido de humedad de los agregados



**Fotografía N° 03:** Peso unitarios suelto de los agregados



**Fotografía N° 04:** Peso unitarios compacto de los agregados



**Fotografía N° 05:** Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado



**Fotografía N° 05:** Peso específico y absorción del agregado grueso.



**Fotografía N° 06:** Gravedad específica y absorción de agregados finos.



**Fotografía N° 07:** Dosificación de materiales



**Fotografía N° 07: Mezclado de materiales.**



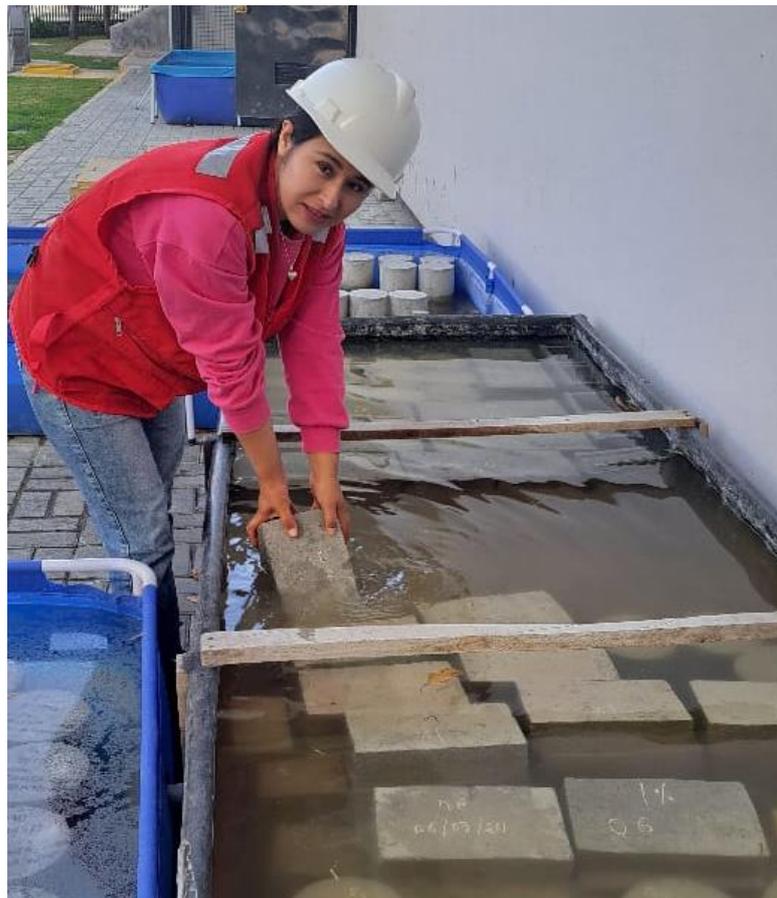
**Fotografía N° 08: Asentamiento del concreto.**



**Fotografía N° 08:** Elaboración de ladrillos.



**Fotografía N° 09:** Curado de ladrillos.



**Fotografía N° 09: Rotura de ladrillos**

