

FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022.”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Paola Elizabeth Leyva Alcantara
Joshua Joseph Vásquez Briones

Asesor:

Ing. Kely Elizabeth Núñez Vásquez
<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>



Ingeniera Civil
CIP: 161114
V°B°

Fecha: 15/05/2023
APROBACIÓN DE TESIS

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Hugo Emmanuel Rodríguez Chico	45955444
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Lizbeth Milagros Merma Gallardo	40012838
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Katia Nataly Carrion Rabanal	46269439
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

ALCÁNTARA & VÁSQUEZ

INFORME DE ORIGINALIDAD



ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

3%

★ documents.mx

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

A mis padres, María Nora y Juan Manuel, que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis objetivos.

A mi familia, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y acompañarme en todos mis sueños y metas.

Paola Leyva

A mis padres Eduardo y Maritza por los ejemplos de perseverancia, constancia y superación que me ha infundado siempre, además del apoyo incondicional en lograr mis objetivos brindando su cariño que cada día me demuestran haciendo de mí una mejor persona.

Joshua Vásquez

AGRADECIMIENTO

A Dios:

Por haber bendecido nuestras vidas, guiando cada paso que damos, además de fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes, colocando en nuestro camino a personas que han sido nuestro soporte y compañía durante nuestra etapa universitaria.

A nuestros padres:

Por sus consejos, comprensión, apoyo y motivación que nos han brindado para crecer como personas; lograr cada una de nuestras metas, anhelos y sueños; e inculcar en nosotros el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A nuestra asesora:

Por el tiempo, dedicación, paciencia y enseñanza en el transcurso de la elaboración de este trabajo de investigación.

A nuestra Universidad:

A nuestra alma Máter, Universidad Privada del Norte y a cada uno de los docentes que fortalecieron sus enseñanzas nuestra formación profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría de la Arena.....	20
Tabla 2 Tipos de Mortero.....	21
Tabla 3 Muestra de cubos de morteros de cemento	27
Tabla 4 Diferentes consistencias del mortero	44
Tabla 5 Valores de b para distintas consistencias y módulos de finura de la arena.....	46
Tabla 6 Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 7 días de curado.....	59
Tabla 7 Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 14 días de curado.....	60
Tabla 8 Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 28 días de curado.....	61
Tabla 9 Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 7 días de curado	61
Tabla 10 Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 14 días de curado	62
Tabla 11 Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 28 días de curado	62
Tabla 12 Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 7 días de curado.....	63
Tabla 13 Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 14 días de curado.....	64
Tabla 14 Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 28 días de curado.....	66
Tabla 15 Comparación del porcentaje de incremento de ensayo de absorción	67
Tabla 16 Comparativa de capilaridad promedio de los morteros	67
Tabla 17 Comparativa de la Resistencia a compresión de los morteros.....	68
Tabla 18 Matriz de Consistencia.....	80
Tabla 19 Operacionalización de Variables	81
Tabla 20 Cronograma de Ejecución de Actividades.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Obtención de Paja Toquilla	29
Figura 2 Obtención de agregado fino	30
Figura 3 Contenido de Humedad	32
Figura 4 Análisis Granulométrico mediante el tamizado	34
Figura 5 Peso Unitario Compactado	37
Figura 6 Peso Unitario Suelto	37
Figura 7 Peso Específico y Absorción del Agregado (Preparación de la Muestra).....	40
Figura 8 Peso Específico y Absorción del Agregado (Procedimiento del Ensayo).....	40
Figura 9 Peso Específico del Cemento	42
Figura 10 Relación de Agua/Cemento vs Resistencia	44
Figura 11 Relación de Agua-Cemento vs %Flujo	46
Figura 12 Elaboración de especímenes de mortero	50
Figura 13 Elaboración de especímenes de mortero	51
Figura 14 Absorción	53
Figura 15 Capilaridad	55
Figura 16 Resistencia a la compresión del mortero	57

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito demostrar la viabilidad de utilizar nuevos materiales ecológicos, teniendo como objetivo determinar en qué medida influyó la adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 kg/cm². Se utilizó el método de enfoque cuantitativo del tipo de investigación aplicada y diseño experimental dado que se realizaron ensayos manipulando la variable independiente (paja toquilla) en relación de las variables dependientes. Se realizaron cuatro diseños de mezclas donde el diseño patrón fue sin adición de paja toquilla y los demás diseños en base al porcentaje de adición en relación al volumen del agregado, para dar un total de 180 dados de concreto de 5 cm x 5 cm x 5 cm de los cuales se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, absorción y capilaridad a los 7, 14 y 28 días, los cuales los morteros con adición de paja toquilla de 5%, 7% y 10% presentaron a los 28 días de curado resultados en cuanto al ensayo de resistencia a la compresión obtuvo una resistencia promedio de 82.09 kg/cm², 54.56 kg/cm² y 40.45 kg/cm² respectivamente teniendo una disminución de 34.33%, 56.35% y 67.64% en comparación con la muestra patrón (172.11 kg/cm²) con respecto al ensayo de absorción un promedio de 14.17%, 23.95% y 24.10% respectivamente correspondiéndole un aumento de 99.32%, 236.95% y 238.96% en comparación con la muestra patrón (7.11%), por otro lado en el ensayo de capilaridad obtuvo un promedio de 61.22 gr*min/cm², 71.46 gr*min/cm² y 76.44 gr*min/cm² respectivamente correspondiendo un aumento de 250.59%, 309.23% y 337.78% en comparación con la muestra patrón (17.46 gr*min/cm²), concluyendo que la adición de paja toquilla influyen directamente puesto que aumentan su valor en propiedades físicas y a su vez esta adición reduce las propiedades mecánicas de los morteros de 125 kg/cm².

Palabras claves: Paja Toquilla, Mortero, Capilaridad, Absorción, Resistencia a la Compresión

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La evolución tecnológica en el campo de la construcción actualmente va en escala creciente puesto que los materiales a base de cemento como son los morteros están siendo investigados identificando materiales que puedan brindar mejoras en sus propiedades, tanto en estado endurecido como fresco. (Berra, et al., 2012)

Vela y Yovera (2016, p. 3), menciona que, desde antes de la llegada de la armadura convencional del concreto, se han usado las fibras naturales a manera de refuerzo, los cuales se han obtenido a bajos de costos y energía. Unos ejemplos claros llegan a ser los ladrillos de barro y morteros reforzados con crin de caballo.

A nivel mundial, la industria de la construcción se ha venido enfocando en mejorar y prolongar la vida útil de grandes estructuras, edificaciones y residencias producidas en concreto, debido a que la exposición de éstos en diferentes ambientes agresivos como lo son las zonas industriales y las zonas costeras generan pérdida de la integridad del material con el paso del tiempo. Una vez se produce el daño en la estructura, repararlo puede ser muy costoso, difícil e imposible en algunos casos. (Vejmelková, et al., 2012)

Si bien es cierto, que, aunque estas reparaciones no involucran grandes cantidades de concreto en comparación a la fabricación de una nueva estructura, constantemente se rehabilitan puentes, edificios, carreteras incluso tuberías de aguas residuales, ya que son propensas a carbonatación, permeabilidad de cloruros y en el último caso a ataques por ácido sulfúrico producto de la oxidación del azufre mediante bacteria. (Tamburini, et al., 2017)

En la actualidad se está prestando mayor atención e importancia a la concientización ambiental, por lo que es necesario recalcar que la industria de la construcción es la principal consumidora de recursos naturales, así como generadora de residuos, causando un impacto ambiental durante todo el ciclo de vida del proyecto, además consume entre el 45% y 60% de

los materiales extraídos de la litósfera y al utilizarlos origina la mitad de las emisiones de CO₂ (Borsani, 2011).

Por lo tanto, es importante considerar la necesidad de integrar la sustentabilidad en la ingeniería civil, para mejorar la calidad de vida de los residentes brindando alternativas sustentables sin dejar de ser económicas, lo que requiere evaluar el uso de nuevos materiales con diferentes aditivos, ya sean naturales o artificiales, que ofrecen las mismas o mejores propiedades físicas y mecánicas.

En Perú, principalmente las construcciones de las viviendas son de unidades de albañilería lo cual se vienen realizando de manera informal, por lo que el mortero empleado en este tipo de construcciones es pobre y deficiente debido a la mala elaboración de la mezcla del mortero considerando una dosificación inadecuada cemento: arena de 1:6 a 1:8 y por facilidad de trabajabilidad, tiende a aumentar la cantidad de agua. Estas falencias tienden a ocasionar una resistencia a compresión inadecuada en el mortero y esto provoca la aparición de fisuras y grietas en los muros de albañilería, consecuentemente estas edificaciones se vuelven más propensas a ser vulnerables ante una eventualidad sísmica, poniendo en riesgo la integridad de las personas que la habitan, por lo cual se debe mejorar este tipo de material y sistemas constructivos.

A nivel nacional existen 1840 productores de ladrillo, existiendo en Cajamarca 490 ladrilleras, de acuerdo al estudio realizado por la Dirección Regional de Producción de Cajamarca (Soriano, 2012).

Los morteros de albañilería se clasifican en tipo NP y P lo cual se emplea en muros portantes y no portantes, rigiéndose en la NTP E-070 las dosificaciones volumétricas de cemento: arena están comprendidas entre 1:3 y 1:6 (La Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería, 2019)

Durante los últimos años en la ciudad de Cajamarca se ha incrementado notoriamente la ejecución de obras civiles, por lo tanto, también se ha intensificado el uso del concreto adicional la mayoría de las construcciones carecen de diseño estructural y arquitectónico construyéndose con materiales de baja calidad (INEI, 2016).

El mortero es de gran importancia en los sistemas constructivos de la albañilería, puesto que es utilizado en el asentado del ladrillo, debido a sus propiedades que presenta.

El mortero de cemento es frecuentemente utilizado en el asentamiento de unidades de albañilería de muros, tabiquerías y como revoques, por ello es considerado como uno de los principales elementos para las construcciones a nivel mundial, en los últimos años ha ido evolucionando e incorporando nuevos aditivos industriales muy costosos por tal razón las investigaciones nuevas están proponiendo la reutilización de residuos de fibras, cenizas, caucho y otros elementos que abaraten el costo y que sean viables y factibles en el uso y que no sean contaminantes para el medio ambiente y que la sustitución mejore el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de mortero como retentividad, trabajabilidad, adherencia y resistencia. (Mamani, 2021)

Aliaga (2018), menciona que se evaluaron sus propiedades al adicionar dosificaciones de ceniza de cascarilla de arroz, resultando que, con arena gruesa, el diseño óptimo fue con esta puzolana al 1%, mejorando su resistencia a compresión y disminuyendo su absorción inicial y secundaria y densidad.

La paja de toquilla se deriva de una planta parecida a una palma; las fibras se cortan de los tallos y se someten a un largo proceso (recolección de la paja *Cardulovica Palmata*, cocción para eliminar la clorofila, tendido, secado y sahumado de la paja toquilla) para que estén disponibles para una variedad de usos. Se utilizan principalmente para hacer sombreros.

Cabe señalar que en nuestro país existen muchas carencias y falta de coordinación en el ámbito técnico y educativo. Hidalgo y Flores (2015), menciona que, el Perú solo destina el 0.15% del PBI a investigación y al desarrollo tecnológico, para lo cual, si nos comparamos con nuestro país vecino Chile, destina más de tres veces dicho porcentaje, el 0.5% (Hidalgo y Flores, 2015)

De acuerdo con las investigaciones que se han realizado hasta la actualidad ha ido en aumento el interés de conocer cómo influye la adición de paja de toquilla u otras fibras en las propiedades mecánico-físicas del mortero dado que una buena dosificación de alta fluidez y consistencia evitarían la aparición de grietas en las unidades de albañilería; puesto que gran número de las viviendas han sido construidas despreciando la norma técnica E.070 Albañilería junto con la falta de supervisión técnica encontrándose débiles estructuralmente y con un tiempo de vida útil no óptimo.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la absorción del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022?
- b. ¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la capilaridad del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022?
- c. ¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la resistencia a compresión de cubos del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Teórica

El uso del mortero de cemento en la construcción de edificaciones urbanas es muy común debido a los materiales a utilizar en la fabricación, sin embargo, estas viviendas no ofrecen una adecuada seguridad frente a movimientos sísmicos, debido a que no se considera la necesidad de diseñar y dosificar el mortero de acuerdo a las condiciones de resistencia y adherencia dado que las propiedades en estado plástico influirán en el comportamiento del mortero endurecido causando poca adherencia, resistencia, elasticidad y durabilidad haciendo esto vulnerable ante un eventual sismo; puesto que el Perú es uno de los países con un alto índice de riesgo sísmico, debido a que se encuentra ubicado en el “Cinturón de fuego Pacífico” y es el resultado de la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

Así mismo, el desconocimiento de las nuevas tecnologías en morteros se genera por el desinterés en la actualización de los constructores y la falta de centros de formación de conocimientos básicos para la elaboración de mezclas.

Un problema recurrente en las paredes de unidades de albañilería y mortero es la humedad, estos daños causados por la humedad como desprendimientos generan costos adicionales en reparaciones e implementación de métodos de impermeabilización.

Es por esta razón que las viviendas deben contar con una técnica de construcción que ayude a presentar un mejor comportamiento frente a eventos sísmicos y problemas de humedad.

1.3.2. Justificación Metodológica

El propósito de la presente investigación es demostrar la viabilidad en la utilización de materiales ecológicos como es la paja toquilla para la adición en la elaboración de morteros para así poder lograr una superior resistencia mecánica, por lo cual significaría una nueva alternativa de trabajo debido al crecimiento en los sectores de la construcción, lo cual en la actualidad demanda productos de mayor resistencia y menor costo.

1.3.3. Justificación Práctica

En la actualidad existe la necesidad de crear nuevos materiales que sean económicos y ecológicos para la utilización en la construcción; ante este motivo surge alternativas como es la adición de materiales ecológicos dado el caso de la paja toquilla debido a su factible adquisición, que permita mejorar las propiedades del mortero incorporando en distintos porcentajes en función de la masa total de la mezcla del mortero.

1.3.4. Justificación Social

La paja toquilla permite mejorar las propiedades mecánicas como es el aumento de resistencia a la compresión y flexión entre otras propiedades; este material en forma de fibra cuenta con buena flexibilidad y resistencia, además de poseer un bajo costo por lo cual es más viable su utilización.

1.3.5. Justificación Legal

En esta presente investigación trata de mejorar las propiedades de los morteros comunes de cemento: arena que son empleado para asentamientos mediante la adición de paja toquilla, con lo cual busca establecer una dosificación adecuada rigiéndose según la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019) y extranjeras (ASTM y la norma española UNE-EN 12390-8), determinando cómo actúan en el interior del mortero.

1.3.6. Justificación Ambiental

La presente investigación surge de la necesidad de mejorar las propiedades mecánico-físicas del mortero utilizando materiales ecológicos y proporcionar información para mejorar

el conocimiento sobre la influencia de estos materiales para así poder disminuir la producción de aditivos químicos dado que para su elaboración dan emisiones de partículas y gases como óxidos nitrosos, monóxido de carbono o dióxido de carbono.

1.4. Objetivos

Como **objetivo general** se tiene que determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.

Como **objetivos específicos** se presentan:

- a) Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la absorción del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.
- b) Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la capilaridad del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.
- c) Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la resistencia a compresión de cubos del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.

1.5. Hipótesis

La **hipótesis general** propuesta es la adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla mejorará las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.

Las **hipótesis específicas** formuladas son:

- a. La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla reducirá en un 4% en la absorción del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.
- b. La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla reducirá en un 4% en capilaridad del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.
- c. La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla aumentará en un 2% la resistencia a la compresión axial del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.

1.6. Antecedentes

Para los **antecedentes internacionales** se consideraron algunos estudios previos, tales como:

Gómez (2006), en su tesis “Caracterización físico-mecánica de morteros utilizando agregado del municipio de San Cristóbal, Alta Verapaz”, en la ciudad de San Cristóbal del país de Guatemala. El objetivo general del estudio fue evaluar las características físicas y las propiedades mecánicas a morteros de levantado y acabado en proporciones definidas, mediante ensayos normalizados por la ASTM, utilizando agregados del municipio de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz. La muestra estuvo constituida por morteros de cemento hidráulicos, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron fichas de recolección de datos de laboratorio; y los resultados obtenidos indican que el tiempo de fraguado final para ambos morteros se presenta después de 8 horas, que el f'_m alcanzado por los prismas a compresión a 28 días es de 22.1 kg/cm^2 - área bruta y 34.7 kg/cm^2 -area neta. Su resistencia a compresión del mortero de levantado en capo es 6.7%, mientras que el mortero acabado presenta una baja permeabilidad.

Arriola (2009), en su tesis “Diseño de morteros con cementos hidráulicos para la construcción de muros con elementos de mampostería” en el país de Guatemala. El objetivo general del estudio fue proponer dosificaciones de morteros con cementos hidráulicos, para la construcción de muros con elementos de mampostería, cuyas características logren que los mismos trabajen de una manera idealizada, al ser sometidos a cargas de servicio. La muestra estuvo constituida por 3 especímenes según la edad de curado, teniendo un total de 9 especímenes, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron fichas de recolección de datos de laboratorio; y los resultados obtenidos fueron analizar el diseño de morteros con cementos hidráulicos, en la construcción de muros con elementos de mampostería. La investigación se fundamenta en la elaboración de probetas las cuales presentan proporciones de cemento, (cal): (arena); las proporciones a usar con cemento UGC son: 1: 0.25: 3.13 , 1: 0.5: 3.5 y 1: 0: 3. Y con cemento pegablock son: 1 : 0.25 : 3.13 , y 1: 0: 3; con estas proporciones se realizaron diversos ensayos entre ellos la retención lo cual determino que los morteros con cal tienen una mejor retención de agua, lo cual retrasa el inicio de su fraguado y aumenta su tiempo en estado plástico; los morteros elaborados con cemento pegablock obtuvieron una mayor densidad en comparación con los que fueron elaborados con cemento UGC; además la resistencia a la compresión con adiciones de cal es menor a edades tempranas, la cal disminuye la adherencia entre los morteros y las unidades de albañilería; la resistencia de la compresión en muros de mampostería resulto de 35 kg/cm^2 y 25 kg/cm^2 , la cual es superior cuando se le añade cal en su proporción indicada.

Priya y Thirumalini (2018) en su investigación “Evaluation of strength and durability of natural fibre reinforced high strength concrete with m-sand” en el país de India. El objetivo general de la investigación fue estudiar la variación en las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto de alta resistencia incorporado con fibras de sisal, plátano y coco aplicando la metodología experimental el cual se moldearon tres porcentajes los cuales fueron 0,5 %, 1 % y 1,5 % en volumen de fibras de sisal, plátano y coco y se compararon los resultados con la mezcla patrón, el cual presentaron como resultados que la adición de sisal, fibra de plátano y fibra de coco mejoró la resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión del concreto en un rango de 4% a 10%.

Viera, et al. (2022) en su investigación “Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena” en el país de Ecuador. El objetivo general de la investigación fue determinar la influencia de las fibras sintéticas de polipropileno y naturales de cabuya en la permeabilidad de morteros aplicando una metodología experimental el cual se fabricaron morteros de cemento y arena además de morteros de cemento, cal y arena con adiciones de fibras de polipropileno y cabuya con una longitud de fibra de 12 mm, en porcentajes de: 0.15%, 0.3% y 0.5% del volumen de mortero; teniendo como resultados que las fibras de cabuya y polipropileno incrementan la capilaridad bajo presión, más si el mortero contiene cal, caso contrario con la adición de fibras de 0.15%, 0.3% de cabuya y 0.15% de polipropileno disminuyen la absorción capilar de morteros de cemento y arena; en cuanto a la resistencia a la compresión todos los morteros superaron la resistencia de 5.2 MPa.

Así mismo para los **antecedentes nacionales** se consideraron algunos estudios previos, tales como:

Minaya (2018), en su tesis “Comportamiento del Mortero adicionando Harina de Trigo disuelto en Agua cocida para la utilización en Albañilería con Botellas Plásticas” en la ciudad de Nuevo Chimbote del país de Perú. El objetivo general del estudio fue determinar el comportamiento del mortero adicionando harina de trigo disuelto en agua cocida para la utilización en albañilería con botellas plásticas, Nuevo Chimbote – 2018. La muestra estuvo constituida por 48 especímenes (cubos de mortero) y 36 prismas, siendo un total de 84 especímenes, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron protocolos y guías de observación, y los resultados obtenidos fueron determinar su resistencia a la compresión, además de su adherencia lo cual dio como resultado una resistencia

de 147.40 kg/cm² a los 28 días lo cual está por debajo de lo que se establece en la norma ASTM C476; sin embargo cabe resaltar que a pesar de haber sido menor la resistencia es óptima ya que no se usó ningún otro componente en la mezcla la que por lo general está constituida por cal, lo cual brinda una mayor resistencia al mortero; del mismo modo se verificó la adherencia en el mortero con adición la cual fue de 0.0647 kg/cm² superando al resultado del mortero patrón el cual fue de 0.0532 kg/cm² esto debido a la adicción de harina de trigo disuelto en agua. Cabe destacar además que el porcentaje óptimo del aditivo es de un 5%, con una relación agua cemento dada por la NTP-334.051, en cuanto al análisis económico se determinó que existe una variación de precio del 4.37% a favor del mortero con adición.

Vela y Yovera, (2016), en su tesis “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Lambayeque” en la ciudad de Lambayeque del país de Perú. El objetivo general del estudio fue evaluar las propiedades mecánicas del concreto convencional y un concreto adicionado con fibra de estopa de coco. La muestra estuvo constituida por 270 especímenes, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron protocolos y guías de observación, y los resultados obtenidos fueron los testigos de resistencias diferentes tales como 210kg/cm² y 280kg/cm². Se evaluaron sus propiedades mecánicas tanto en estado fresco como endurecido en testigos con (0.5% y 1.5%) al volumen del concreto y fibras de longitud (2 y 5cm). Cuyo resultado estimó en un aumento de la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión.

Capillo y Palma (2020). En su tesis “Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas, Aucallama – 2020” en la ciudad de Lima en el país de Perú. El objetivo general del estudio fue determinar la influencia de la adición de paja trigo en las propiedades físico-mecánicas por medio de ensayos de temperatura, contenido del aire, resistencia a la flexión y compresión aplicando una metodología de diseño cuasi experimental el cual se utilizan variables independientes para plantear proporciones para llegar a un resultado aprobable, el cual se fabricaron probetas cilíndricas de concreto de 210 kg/cm² con dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5% de paja de trigo con un tamaño nominal de 25 mm a 50 mm y de espesor 2 mm, teniendo como resultados que la paja de trigo si influye de manera significativa en propiedades físicas como temperatura el cual incrementa en un rango de 2% a 6%, para la trabajabilidad disminuye en 33%, 42% y 60%, además de disminuir la resistencia a la compresión puesto que debido al material de la paja de trigo esta atrapa aire en

la mezcla matriz, concluyendo que no se debe aplicar fibras de paja de trigo como adición en las columnas.

De la misma manera para los **antecedentes locales** se consideraron algunos estudios previos, tales como:

Ángulo (2020), en su tesis “Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2019” en la ciudad de Cajamarca del país de Perú. El objetivo general del estudio fue determinar la influencia en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento al adicionar 2%, 3% y 5% de ceniza volante. La muestra estuvo constituida por 03 muestras por cada ensayo, para cada probeta y edad de curado, un total de 108 especímenes, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron protocolos y guías de observación, y los resultados obtenidos fueron los morteros con adición del 2% y 3% de ceniza volante llegaron a la resistencia diseñada pero no superaron al mortero patrón, con resistencias de 129.04 Kg/cm² y 128.33 Kg/cm² respectivamente, mientras que la adición del 5% llegó a 123.05 Kg/cm². La capilaridad con adición al 2% disminuye el 29.59% en relación al mortero patrón, al 3% aumenta 1.52% y al 5% disminuye 2.49%; la absorción en la adición al 2% varía con el patrón en un 0.29%, en las demás adiciones se incrementa. Se demuestra que, la ceniza volante funciona como puzolana artificial favoreciendo en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento hidráulico, siendo viable su utilización en pequeñas adiciones.

Ruiz (2020), en su tesis “Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018”, en la ciudad de Cajamarca del país de Perú. El objetivo general del estudio fue determinar la resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla, reciclados con 10% y 20%. La muestra estuvo constituida por 06 muestras por cada ensayo, el diseño que se utilizó fue experimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron protocolos y guías de observación, y los resultados obtenidos fueron satisfactorios independientemente de cada tipo de material reciclado, la incorporación de ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclado en porcentajes de 10% y 20% disminuye sus propiedades mecánicas en resistencia a compresión a más del 10% con respecto al valor encontrado para la muestra patrón (sin adición) pero cumple con el valor mínimo de resistencia a compresión que indica la norma E.070, en absorción los resultados dieron menor

absorción al 30% con respecto a la muestra patrón independientemente de cada tipo de material reciclado y con incorporación del 10% y 20%.

1.7. Bases Teóricas

1.7.1. Mortero

San Bartolomé (2011), señala que los morteros están conformados por agua, arena gruesa, cemento, aunque puede contener cal hidratada. Las funciones de los componentes del mortero son las siguientes: El cemento brinda la resistencia a las mezclas, la cal, proporciona retentividad de agua y por lo cual provee un buen procesamiento, finalmente la arena brinda estabilidad volumétrica al mortero.

1.7.2. Composición del Mortero

La Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019), menciona que:

- a. Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
 - ~ Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
 - ~ Cemento Adicionado IP, NTP 334.830.
 - ~ Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.
 - ~ Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido usando cemento portland I o cemento adicionado IP.
- b. El agregado fino será arena natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la **Tabla 1** . Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias mayores al 90 % del valor obtenido con la arena.

Tabla 1

Granulometría de la Arena

MALLA ASTM	% QUE PASA
N°04 (4.75 mm)	100
N°08 (2.36 mm)	95 a 100
N°16 (1.18 mm)	70 a 100
N°30 (0.60 mm)	40 a 75

N°50 (0.30 mm)	10 a 35
N°100 (0.15 mm)	2 a 15
N°200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: La Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019)

- ~ No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
 - ~ El módulo de finura estará comprendido entre 1,60 y 2,50.
 - ~ El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
 - ~ No deberá emplearse arena de mar.
- c. El agua será bebible y libre de sustancias deletéreas, sales, ácidos, álcalis y materia orgánica.

1.7.3. Clasificación para fines estructurales

Según la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019), los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes.

1.7.4. Proporciones

Según la Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019), los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas.

Tabla 2

Tipos de Mortero

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: La Norma Técnica Peruana E.070 – Albañilería (2019)

- ~ Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o premezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- ~ De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en 6.2.a, se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

1.7.5. Propiedades del Mortero

1.7.5.1. Mortero en Estado Plástico

Salamanca (2001), menciona que las propiedades más importantes del mortero son:

a. Manejabilidad

Especialmente importante en morteros de relleno de celdas. Depende principalmente del contenido de agua, del uso de aditivos, de la forma y textura de los agregados y de la finura del cemento. Se evalúa mediante ensayo de mesa de flujo o método del cono de penetración.

b. Retención de agua

Debe ser alta, para evitar agrietamientos y pérdida de resistencias. Se logra con el uso de la cal o aditivos.

c. Velocidad de Endurecimiento

Los tiempos de fraguado final e inicial de un mortero están entre 2 y 24 horas, dependen de la composición de la mezcla y de las condiciones ambientales como el clima y humedad.

1.7.5.2. Mortero en Estado Endurecido

a. Absorción

Es la propiedad del mortero que permite el paso de agua a través de su estructura interna. (Peña y Contreras, 2017).

b. Capilaridad

Corresponde al desplazamiento de un frente líquido a través de un capilar, como consecuencia de la interacción de las fuerzas de contacto líquido sólido (Peña y Contreras, 2017).

c. Retracción de secado

Es alta en morteros (alto contenido de pasta) y por tanto debe tratar de disminuirse. Se recomienda emplear bajos contenidos de cemento, bajo contenido de finos y en lo posible cementos adicionados. Debe ser curado tan rigurosamente como el hormigón.

d. Adherencia

Es la capacidad de absorber, tensiones normales y tangenciales a la superficie que une el mortero y una estructura, es decir a la capacidad de responder monolíticamente con las piezas que une ante solicitudes de carga.

e. Durabilidad

Al igual que en el concreto, la durabilidad se define como la resistencia que presenta el mortero ante agentes externos como: Baja temperatura, penetración de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos. En general, se puede decir que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad.

f. Apariencia

La apariencia del mortero después de fraguado juega un importante papel en las mamposterías de ladrillo a la vista; para lograr una buena apariencia es necesario aplicar morteros de buena plasticidad.

g. Resistencias mecánicas

Especialmente a la compresión. Depende de la relación NC y de la adición usada, y muy especialmente de la granulometría de la arena, la cual se establece mediante el módulo de finura. La arcilla disminuye esas resistencias, por lo cual es indispensable controlar su inclusión a través de las arenas sucias.

1.8. Paja de Toquilla

Según, el Centro de Inteligencia Comercial – CICO (2006), menciona que:

La paja Toquilla (*Carludovica palmata*) es una de las principales fibras naturales más utilizados en la actualidad por lo que necesita ser cultivada en suelos húmedos, y lugares como

éstos son propicios para el caso. La Paja Toquilla no puede ser cultivada en suelos secos, porque, aunque puede crecer con riegos abundantes y abonos la calidad del producto final no sería la misma que aquella cultivada en suelos húmedos.

Puede ser cultivada en cualquier época del año ya que no necesita de mucho cuidado; tiene aproximadamente de 4 a 5 meses desde que es sembrada hasta que esté lista para ser recolectada y ha alcanzado un desarrollo de por lo menos 1.5 metros.

La Paja Toquilla es una especie de palmera sin tronco cuyas hojas en forma de abanico salen desde el suelo, sostenidas por largos pecíolos cilíndricos. Cada planta tiene hojas anchas que alcanzan de 2 a 3 metros de largo. La parte exterior de las hojas tiernas o cogollo es de color verde, siendo el centro de las mismas de color marfil o blanco perla; esta es la parte de la que se obtiene la paja para la elaboración de las artesanías. Generalmente todo este proceso se hace en tanques con agua a 100° C con la finalidad de eliminar la clorofila de la planta y por ende eliminar el color verdoso de la misma, este proceso dura aproximadamente 2 horas y luego se deja secar. (Mondragón, 2013)

La paja se seca y se blanquea por la influencia de los rayos ultravioletas del sol. Se requiere mínimo 1 día para que se seque bien; de lo contrario, por ser fibra vegetal, se puede pudrir. (Mondragón, 2013)

La paja toquilla cumple la función de evitar la aparición de fisuras en el momento de la elaboración del mortero, además las fibras de la paja toquilla facilita la aceleración del secado del mortero lo cual aumenta la resistencia a la tracción. El uso de fibras en la construcción se ha ido incrementando lo cual se está logrando que se trabaje manera normada con el fin de lograr una mejora en propiedades mecánicas, ya sea un aumento de resistencia a la compresión y flexión, entre otras propiedades. (Morales et al., 2016).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Enfoque

Dado que se busca comprobar la hipótesis previamente establecida, así como los objetivos trazados, el presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del **enfoque cuantitativo**.

Según, Hernández, et al. (2003, p.12), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

Por tanto, esta investigación tiene este enfoque por que utiliza la recolección de datos con medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación sobre influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2022.

2.1.2. Diseño

Dado que el objetivo del estudio será determinar en qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2022, se recurrirá a un **diseño experimental** que se aplicará de manera experimentos “puros”.

Según, Rojas, et al. (2013, p.272), el diseño experimental busca “medir probabilísticamente la relación casual que se establece entre las variables, y estar en posibilidad de confirmar o rechazar las hipótesis sometidas a prueba.

Así mismo, esta investigación presenta experimentos “puros”, que incluye dos grupos: uno recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: presencia y ausencia. Los sujetos se asignan a los grupos de manera aleatoria. Cuando concluye la manipulación, a ambos grupos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio. (Hernández, et al. 2010, p. 125).

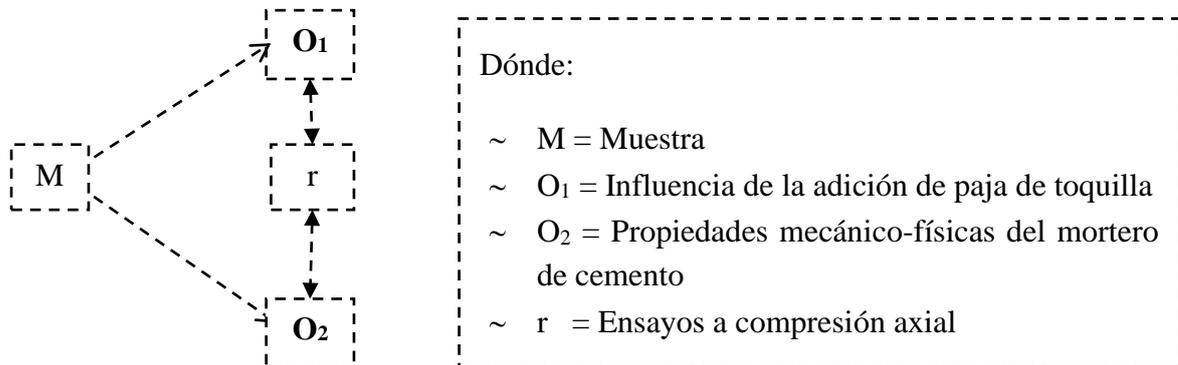
2.1.3. Tipo

Según, Hernández, et al. 2010, señala que el tipo de investigación es aplicada, debido a que es un proceso que busca convertir el conocimiento puro, es decir, en conocimiento práctico y útil para la sociedad.

Esta investigación se enmarca dentro del **tipo descriptiva** puesto que según Rodríguez (2005), nos mencionan que una investigación descriptiva es la que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos.

Por lo tanto, esta investigación es descriptiva por que trabaja sobre realidades y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta de la variable independiente (Influencia de la adición de paja de toquilla) y la variable dependiente (Propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento).

Diseño de investigación:



2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Según Arias et al. (2016), la población, es un conjunto finito o infinito de elementos, personas o instituciones que son motivo de investigación y tienen características comunes. La cual queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

En la presente investigación se considerará una población finita, puesto que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio. Teniendo una población de 180 cubos de mortero de cemento, cada cubo presentará 5cm x 5cm x 5cm de longitud.

2.2.2. Muestra

Según Hernández, et al. (2010), menciona que la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos y que tiene que definirse o determinarse de ante mano con precisión.

Con la finalidad de poder determinar la muestra emplearemos el método no probabilístico que consiste en seleccionar 45 muestras en total, considerando 05 muestras por cada ensayo y edad de curado, de manera que se tenga como resultado el promedio de estos 05 ensayos, de acuerdo a lo establecido en la NTP 334.051 (p. 8)

Tabla 3

Muestra de cubos de morteros de cemento

% de adición de paja de toquilla	Ensayos	7 días	14 días	28 días	Total
0%	Resistencia a la Compresión	5	5	5	45
	Absorción	5	5	5	
	Capilaridad	5	5	5	
5%	Resistencia a la Compresión	5	5	5	45
	Absorción	5	5	5	
	Capilaridad	5	5	5	
7%	Resistencia a la Compresión	5	5	5	45
	Absorción	5	5	5	
	Capilaridad	5	5	5	
10%	Resistencia a la Compresión	5	5	5	45
	Absorción	5	5	5	
	Capilaridad	5	5	5	
TOTAL					180

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección

2.3.1. Métodos de Recolección

El método es hipotético – deductivo, porque el problema se plantea mediante la observación de un caso concreto.

2.3.2. Técnicas de Recolección

Según, Arias (2006), las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información.

Bavaresco (2008), plantea que las técnicas de recolección de datos, conducen a la verificación del problema planteado, por lo cual cada investigación determina la técnica a utilizar y cada técnica la herramienta, e instrumento o medios a emplearse.

En la presente investigación, la técnica de recolección de datos a utilizar es de observación sistemática, mediante guía de observación.

2.3.3. Instrumentos de Recolección

En palabras de Campos y Lule (2012, p. 56), la guía de observación es el instrumento que permite al observador situarse de manera sistemática en aquello que realmente es objeto de estudio para la investigación; también es el medio que conduce la recolección y obtención de datos e información de un hecho o fenómeno.

Los instrumentos a utilizar son fichas de recolección de datos validados por el laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca. En el Anexo 1 se presentan los protocolos a presentar.

2.4. Materiales

- ~ Arena fina
- ~ Cemento Portland Tipo 1
- ~ Paja de Toquilla
- ~ Agua
- ~ Moldes en forma de cubos

2.5. Procedimiento

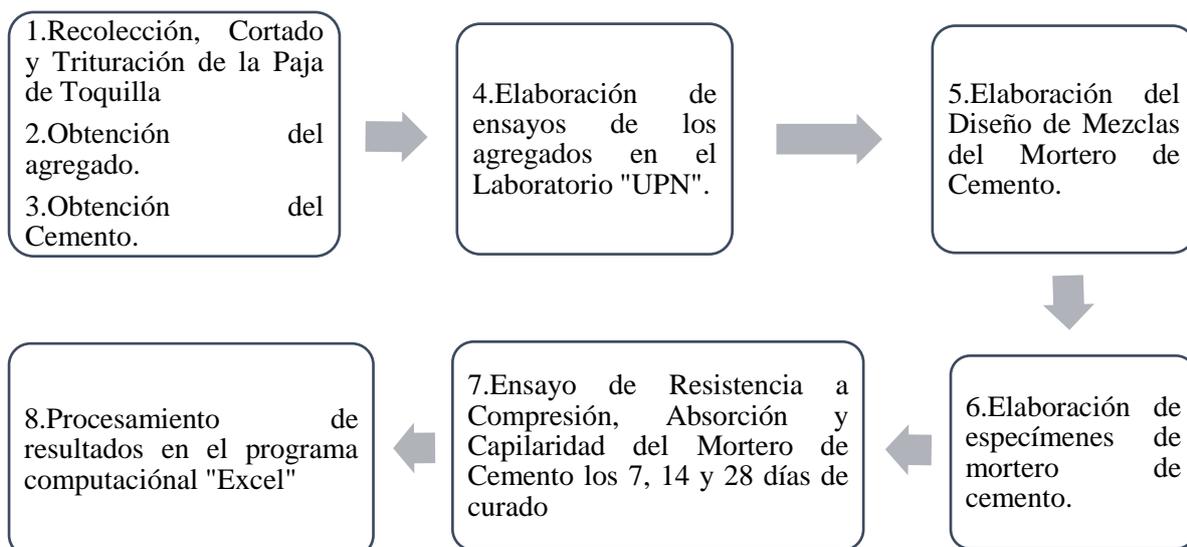


Gráfico 1 Etapas del desarrollo de la investigación

2.5.1. Adquisición de la paja de toquilla

La planta que se utilizara como fibra natural es la paja toquilla (*Carludovica palmata*), la cual fue recolectada de Rioja, en la propiedad del señor Eusobio Saldaña Rojas, a 530 km de Cajamarca, lugar conocido por su clima tropical y suelo fértil. La planta se presenta en la naturaleza en forma de hojas, por ello para la incorporación en el concreto se requiere un pretratamiento en el que únicamente se cosecharon cogollos de la planta siguiendo un procedimiento similar al que se observa en la elaboración de sombreros del mismo material: selección, separación, deshojado, rajado y cocinado.

Su tratamiento consta en deshojar los cogollos de forma manual para hervirlos alrededor de 20 a 25 minutos hasta que la paja obtenga un color amarillento, luego de este periodo de preparación es necesario secar la paja al ambiente y cortar las fibras a una longitud aproximada de 5 cm, que luego serán trituradas en una licuadora personal pro, obteniendo así microfibras para ubicarse alrededor de toda la mezcla de manera aleatoria.

Figura 1

Obtención de paja toquilla



a)



b)



c)

Nota: a) Recolección de paja toquilla, b) Cortando la paja toquilla, c) Triturado de paja toquilla.

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2. Identificación de cantera

Para la selección de la cantera, se realizó una evaluación a las diferentes canteras mediante el ensayo de Análisis granulométrico mediante el tamizado: NTP 400.012, para

obtener el material más apto para la fabricación de morteros. Luego de evaluar se seleccionó la cantera La Victoria.

Se encuentra ubicada al sur-este de la ciudad de Cajamarca a orillas del río Chonta, a unos 2800 msnm. Con respecto a su accesibilidad se realiza por la vía que une al distrito de Cajamarca con el distrito de Jesús.

Esta cantera está constituida por grandes acumulaciones de material fluvial, acumulado en ambos márgenes del río Chonta, formando terrazas discontinuas de aproximadamente 0.90m de potencia. El material se caracteriza por su litología consistente en cantos rodados de formas ovoides demostrando haber recorrido una gran distancia y haberse sujetado al fenómeno de flexión que generalmente favorece la forma redondeada de los fragmentos rocosos.

Figura 2

Obtención de agregado fino



Fuente: Elaboración Propia

2.5.3. Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino

Los ensayos se realizaron de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas para los ensayos de mecánica de suelos realizados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte. Así mismo, se realizaron los ensayos de agregado fino con adición de paja toquilla.

2.5.3.1. Contenido de humedad: NTP 339.127

- Norma

MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127.

- **Importancia**

El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase.

En un suelo fino (cohesivo), la consistencia depende de su humedad. La humedad de un suelo, junto con sus límites líquido y plástico se usa para expresar su consistencia relativa o índices de liquidez.

- **Equipo y Materiales**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$.
- Recipientes o Taras.
- Muestra extraída de la cantera

- **Procedimiento**

1. Identificación del recipiente (A).
2. Pesarse el recipiente o tara (B).
3. Pesarse la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).
4. Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C .
5. Pesarse la muestra seca en el recipiente o tara (D).
6. Determinar el peso masa húmeda (E) = C - B.
7. Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B.
8. Determinar el contenido de humedad (G), con la **Ecuación 1**.

$$(W\%) = \frac{(W_w - W_s)}{W_s} * 100\% \quad (1)$$

Donde:

- W_w : Peso natural

- W_s : Peso Seco
- $W\%$: Humedad Total

Figura 3

Contenido de Humedad



Nota: a) Peso de tara, b) Peso de tara + muestra humedad, c) Peso de tara + muestra seca.

Fuente: Elaboración Propia

2.5.4. Análisis granulométrico mediante el tamizado: NTP 400.012

- **Norma**

ASTM C136 / NTP 400.012

- **Importancia**

En el presente instructivo se establece el procedimiento para determinar la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado mecánico. (Fuente NTP 400.012).

En conclusión: una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

- **Material**

Muestra seca aproximadamente 1000 gr.

- **Equipo**

- Juego de mallas.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Recipientes o Taras.
- Estufa con control de temperaturas o Horno de temperatura: $100\pm 10^{\circ}\text{C}$

- **Procedimiento**

1. Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante.
2. Seleccionar los tamices adecuados de acuerdo al Huso Granulométrico para el agregado grueso. Deberán apilarse de manera ordenada en forma descendente, colocándole la tapa superior y el recipiente fondo al final de la tanda de tamices.
3. Agitar los tamices manualmente o por mediante un aparato mecánico (ver aparato 8.2, 8.3 y 8.4 de la NTP 400.012)
4. Una vez concluido el proceso de tamizado, se deberá proceder a registrar el peso retenido en cada tamiz de la tanda, así como en el fono.
5. Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%R.P.) mediante la **Ecuación 2**.

$$\%R. P. = \frac{P. R. P}{Wms} * 100 \quad (2)$$

6. Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz P. RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los P.R.P., con la **Ecuación 3**:

$$\begin{aligned} \%R. A. 1 &= \%R. A. 1 \\ \%R. A. 2 &= \%R. A. 1 + \%R. A. 2 \\ \%R. A. 3 &= \%R. A. 1 + \%R. A. 2 + \%R. A. 3, Etc. \end{aligned} \quad (3)$$

7. Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz, mediante la **Ecuación 4**.

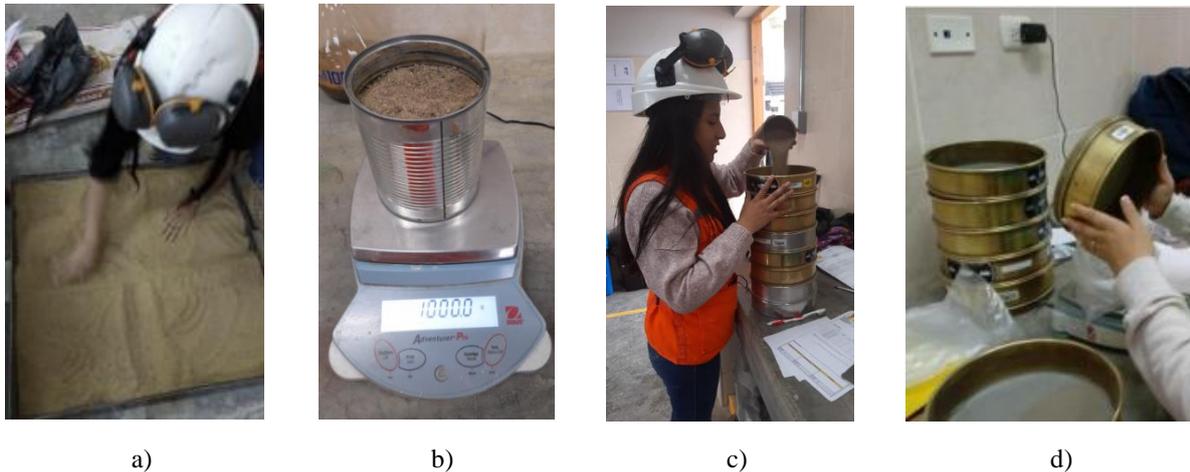
$$\%que\ pasa = 100\% - R. A \quad (4)$$

8. Dibujar la curva granulométrica en papel semilogarítmico, en el eje de abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros en escala logarítmica, y en el eje de ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan en escala natural.
9. Cálculo del módulo de finura del Agregado Fino, se deberá calcular empleado la serie de tamices estándar, mediante la **Ecuación 5**.

$$mf = \frac{\Sigma (\%retenidos acumulados en los tamices de la serie estandar)}{100} \quad (5)$$

Figura 4

Análisis Granulométrico mediante el tamizado



Nota: a) Cuarteo del Agregado Fino, b) Pesar 1000 gr de Agregado Fino, c) Tamizaje del Agregado Fino, d) Peso del Agregado Fino retenido en cada tamiz. **Fuente:** Elaboración Propia

2.5.5. Peso unitario del agregado fino: NTP 400.017

- **Norma**

ASTM C29 / NTP 400.017

- **Importancia**

En el presente instructivo se establece el procedimiento para determinar el peso unitario, suelto y compactado, del agregado grueso y agregado fino. Asimismo, se podrá determinar también el contenido de vacíos en % (Fuente NTP 400.017).

- **Material**

La muestra deberá ser obtenida mediante NTP 400.043 / ASTM C 702. El tamaño de la muestra deberá ser al menos entre 125% a 200% de la requerida para llenar el recipiente de ensayo.

- **Equipo**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Varilla de apisonado.
- Recipiente cilíndrico de metal.
- Pala o cucharón.

- **Procedimiento**

- a) **Calibración del recipiente**

1. Determinar la masa del recipiente y placa de vidrio con una exactitud del 0.05 Kg.
2. Colocar una capa delgada de grasa sobre el borde del recipiente para prevenir la fuga de agua. Llenar el recipiente con agua a temperatura ambiente. Determinar la masa del recipiente, agua y placa de vidrio con una exactitud de 0.05 kg.
3. Medir la temperatura del agua con una exactitud de 0.5 °C y determinar su densidad de acuerdo a la Tabla N° 3 de la NTP 400.017.
4. Calcular el volumen (V) del recipiente. Anotar este valor para cálculos posteriores.

- b) **Procedimiento de Ensayo**

- Peso Unitario Suelto**

1. Secar la muestra a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
2. Llenar el recipiente hasta el rebose con una pala o cucharón manteniendo al menos 50 mm por encima del borde superior. Tomar las precauciones a fin de evitar segregación en la muestra al momento de colocarla en el recipiente.

3. Enrasar la superficie del recipiente y registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg.

Peso Unitario Compactado (Procedimiento de Apisonado)

1. Secar la muestra a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
2. Llenar el recipiente a 1/3 del total, nivelar la superficie con los dedos y apisonar 25 veces con la varilla de compactación de forma helicoidal. Llenar el recipiente a los 2/3 del total y nivelar y apisonar de la misma forma. Finalmente, sobre rellenar el recipiente y apisonar de la misma manera anterior. Nivelar con los dedos o una espátula.
3. Registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg.

c) Procedimiento de Resultados

1. En la **Ecuación 6**, se muestra la Densidad de Masa (Peso Unitario)

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (6)$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado (kg/m³)

G = Peso del recipiente más muestra (kg)

T = Peso del recipiente vacío (kg)

V = Volumen del molde (m³)

2. Contenido de Vacíos, mediante la **Ecuación 7**.

$$\%Vacíos = 100 * \frac{(S * W) - M}{S * W} \quad (7)$$

Donde:

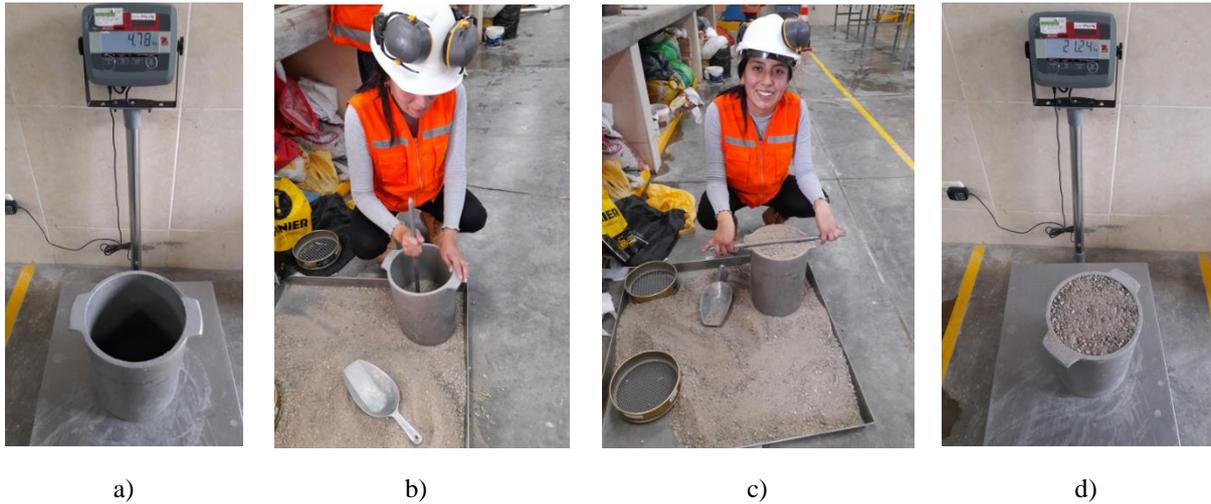
M = Densidad de masa del agregado (kg/m³)

S = Peso Específico de Masa (Pem) de acuerdo a NTP 400.021 o NTP 400.022

W = Densidad del agua (998 kg/m³)

Figura 5

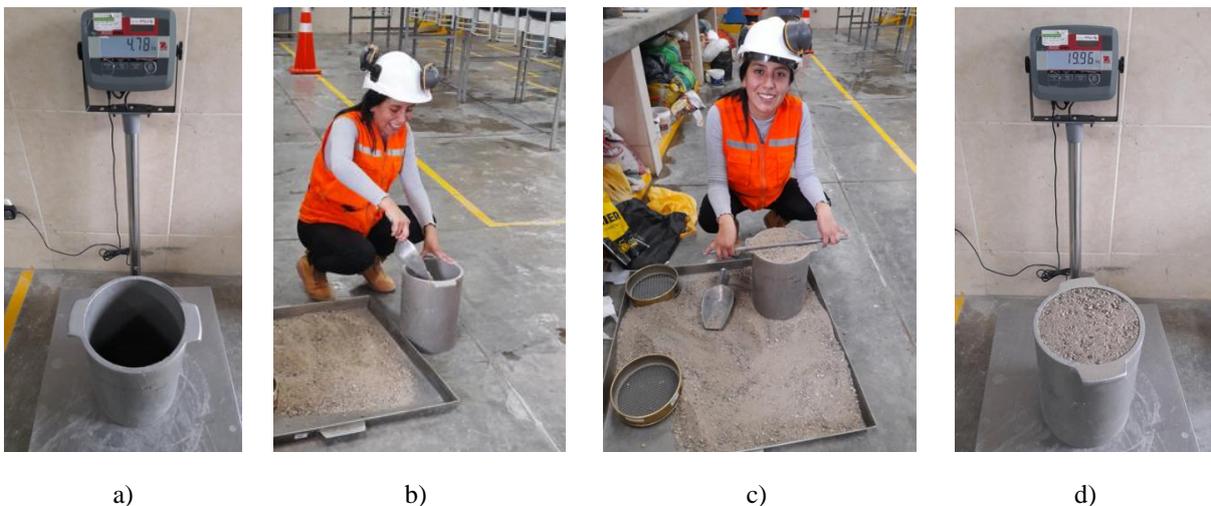
Peso Unitario Compactado



Nota: a) Peso del molde vacío, b) Lleno de molde compactado, c) Enrasar el molde, d) Peso del molde con la muestra compactada. **Fuente:** Elaboración Propia

Figura 6

Peso Unitario Suelto



Nota: a) Peso del molde vacío, b) Lleno de molde suelto, c) Enrasar el molde, d) Peso del molde con la muestra. **Fuente:** Elaboración Propia

2.5.6. Peso específico y absorción del agregado fino: NPT 400.022

- **Norma**

ASTM C128 / NTP 400.022

- **Importancia**

En el presente instructivo se establece el procedimiento para determinar el peso específico (Masa seca, SSS y Aparente) y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino (Fuente NTP 400.022).

- **Material**

La muestra deberá ser obtenida mediante NTP 400.043 / ASTM C 702. La cantidad mínima de agregado fino para este ensayo es de 1000 g.

- **Equipo**

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Fiola de 500 cm³ de capacidad.
- Molde Cónico.
- Barra compactadora.
- Horno

- **Procedimiento**

a) Preparación de la muestra

1. Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
2. Cubrir con agua el material seco por 24 horas. Tener en consideración que el agua debe de estar al menos 2 cm por encima de la superficie del agregado fino.
3. Extender el material sobre una superficie plana (expuesta a una corriente suave de aire) y remover con frecuencia a fin de garantizar un secado uniforme.

4. Continuar la operación hasta que los granos de agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí.
5. Luego colocar el material suficiente en el molde cónico y golpear la superficie 25 veces con la barra de metal; levantar el molde verticalmente y observar:
 - Si el agregado fino mantiene su forma (cónica) es indicativo de que aún hay humedad libre, por lo que se deberá seguir revolviendo y secando el material.
 - Si el agregado fino se desmorona al levantar el molde, se ha logrado conseguir el estado SSS deseado.
 - Si el agregado fino se desmorona al primer intento, es indicativo que ya se ha trasgredido el estado SSS deseado, por lo que deberá adicionarse algunos cm³ de agua a fin de remezclar el material e iniciar el procedimiento anterior.

b) Procedimiento de Ensayo

1. Introducir al frasco, 500 ± 10 g de agregado fino en condición SSS y registrar “S”
2. Llenar con agua el frasco hasta aproximadamente la marca de 500 cm³. Mover cuidadosamente el frasco con el agua y arena a fin de que los materiales se homogenicen. Eliminar las burbujas mediante rolado del frasco (proteger con franela o trapo industrial) o mediante una pipeta. Dejar reposar y rellenar hasta la marca de 500 cm³ del frasco. Registrar peso “C”.
3. Recuperar el agregado fino, decantando el agua con sumo cuidado. Secar la muestra en un horno a temperatura constante. Dejar secar y Registrar peso “A”. Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a $23,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Registrar peso “B”.

c) Procedimiento de Resultados

1. Peso Específico de Masa (PeM), mediante la **Ecuación 8**.

$$P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C} \quad (8)$$

2. Peso Específico SSS (PeSSS), mediante la **Ecuación 9**.

$$P. e. a(seco) = \frac{A}{B + S - C} \quad (9)$$

3. Peso Específico Aparente (PeA), mediante la **Ecuación 10**.

$$P. e. n(seco) = \frac{A}{B + A - C} \quad (10)$$

(10; Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

4. Absorción del Agregado Fino (%), mediante la **Ecuación 11**.

$$P. e. a(Seco) = \frac{S - A}{A} * 100\% \quad (11)$$

Figura 7

Peso Específico y Absorción del Agregado (Preparación de la Muestra)



a)



b)



c)



d)

Nota: a) Peso de 1 kg, b) Llenar de agua la muestra, c) Vaciar el material en una bandeja para el secado, d) Verificar que se consiga el SSS deseado, con el cono. **Fuente:** Elaboración Propia

Figura 8

Peso Específico y Absorción del Agregado (Procedimiento del Ensayo):





e)



f)



g)

Nota: a) Pesar la Fiola con agua, b) Pesar 500 gr. del material, c) Agregar el material a la Fiola, d) Agitar de 10 a 15 minutos la Fiola con el material, e) Pesar la Fiola con el material, f) Pesar la tara, g) Decantar el agua y luego colocar la muestra en el horno. **Fuente:** Elaboración Propia

3. Adquisición de Cemento Portland

Para la elección del Cemento Portland, se procedió a una evaluación a las diferentes marcas de cemento mediante el ensayo de Peso específico del cemento hidráulico: NTP 334.005, para obtener el cemento más idóneo para la fabricación de morteros. Luego de evaluar se seleccionó al Cemento Portland Tipo ICo - Extraforte.

El cemento Portland Tipo ICo – Extraforte es un cemento seleccionado para uso general con óptimas propiedades como resistencia moderada a los sulfatos, buena trabajabilidad y excelentes propiedades decorativas, debido a que es una molienda junto a Clinker y aditivos naturales.

3.1. Peso Específico de un Cemento Portland: ASTM C188 – MTC E610

- **Norma**

ASTM C188 / MTC E610

- **Importancia**

Con el afán de estudiar a fondo las propiedades de la pasta de cemento, es de suma importancia indagar y evaluar acerca de los rangos o posibles variaciones que puedan tener estas para que se encuentre en situaciones óptimas, teniendo como fin último su mejor rendimiento y utilización.

- **Equipo**

- Frasco patrón de Le Chatelier
- Balanza electrónica
- Recipiente para baño de maría
- Termómetro
- Cemento Portland según equipo de trabajo
- Kerosene libre de agua, 635 ml

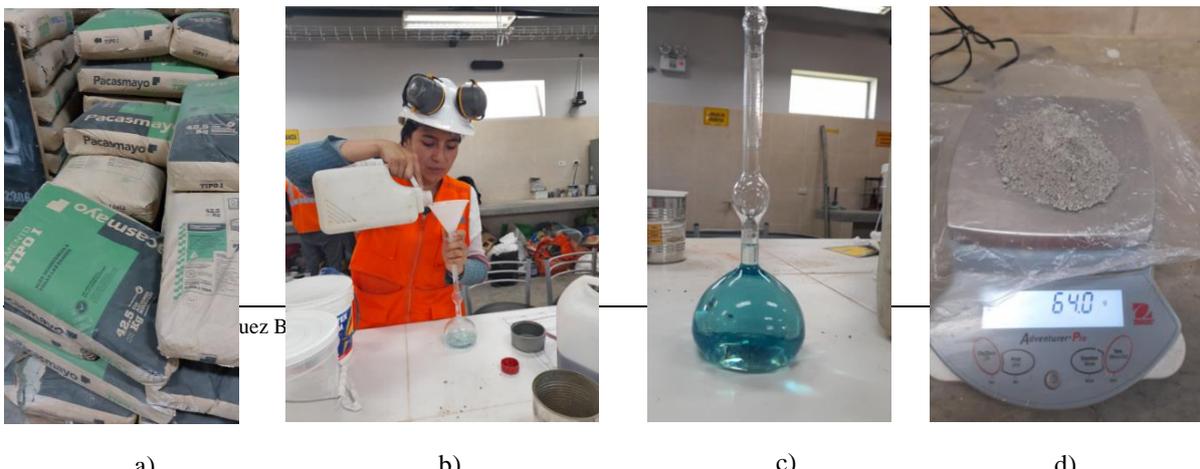
- **Procedimiento**

- Se llena el frasco con Kerosene hasta un punto entre 0 y 1 ml asegurándose de que quedó seco en el interior, esta lectura fue L_0 (lectura Inicial). Luego, se agrega 64 gr de Cemento Portland tipo I en pequeñas cantidades, teniendo cuidado de no derramar el líquido ni untar las paredes por encima del nivel.
- Después de agregar el cemento, debe colocarse el tapón y hacer girar en posición inclinada, hasta que no asciendan burbujas a la superficie del líquido, para sacarle el aire. Se coloca el frasco en baño de María, un tiempo suficiente.
- Por último, se tomó la lectura final L_f .
- Se determina mediante la **Ecuación 12**.

$$\text{Peso específico del cemento} = \frac{\text{Peso de cemento (gr)}}{(L_f - L_0)} \quad (12)$$

Figura 9

Peso Específico del Cemento





e)



f)



g)



h)



i)



j)

Nota: a) Adquisición de la bolsa de cemento, b) Llenar el frasco Le Chatelier con gasolina hasta la línea del cero, c) Frasco de Le Chatelier lleno, d) Pesar 64 gr de cemento, e) Incorporar el cemento en el frasco de Le Chatelier, f) Agitar horizontalmente el frasco de Le Chatelier, g) Colocar el frasco Le Chatelier en baño maría, h) Tomar la temperatura de la muestra, i) Tomar la temperatura del agua, j) Tomar la medida que aumento después de que la temperatura sea igual dentro y fuera del frasco de Le Chatelier. **Fuente:** Elaboración Propia

4. Dosificación de materiales para el diseño de mezcla del mortero (125 kg/cm^2)

Este diseño se encarga de medir los materiales (arena, cemento, agua y paja toquilla) tanto como en volumen y peso. Los pasos son los siguientes:

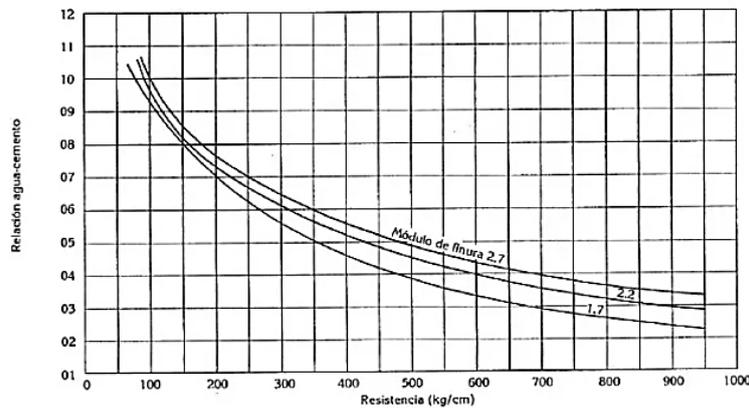
a. Determinación de la relación Agua/Cemento

La relación agua-cemento no solo se determina por los requisitos de resistencia, sino también por factores como la retracción, adherencia, durabilidad y propiedades para el acabado, por ello es importante conocer la correspondencia entre la resistencia y la relación agua-cemento para los materiales a usarse.

En la **Figura 10** se puede observar esta correspondencia con varios módulos de finura, las cuales poseen valores aproximados y relativamente seguros para cemento Portland Tipo I.

Figura 10

Relación de Agua/Cemento vs Resistencia



Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero. (Sánchez, 1994)

a. Selección de la Consistencia

Se escoge la consistencia deseada, según la siguiente clasificación de la **Tabla 4**

Tabla 4

Diferentes consistencias del mortero

CONSISTENCIA	%FLUJO
Seca	80%-100%
Plástica	100%-120%
Fluida	120%-150%

Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero. (Sánchez, 1994)

b. Determinación de los factores que influyen en el contenido de agua

La cantidad de agua de mezclado para producir una consistencia dada, depende básicamente del requerimiento de agua del cemento y del requerimiento de agua de la arena. Existen diferencias de requerimiento de agua entre diferentes cementos portland, demostrando que entre mayor sea la finura del cemento, mayor es la cantidad de agua para obtener una pasta de cemento de consistencia normal.

En cuanto a la arena, el requerimiento de agua disminuye con la presencia de tamaños gruesos y aumenta con la de agregados finos, pero esta relación no es lineal.

Después de numerosos ensayos ejecutados sobre morteros, se ha demostrado que el requerimiento de pasta de cemento para una consistencia determinada se puede expresar matemáticamente en la **Ecuación 13** de tipo exponencial como la siguiente:

$$\frac{A}{C} = K e^{bn} \quad (13)$$

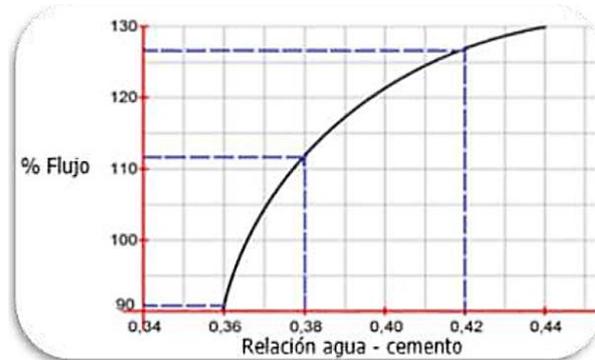
Donde:

- A/C: Relación agua – cemento
- n: proporción de la mezcla (número de partes de arena por una parte de cemento en peso)
- b: factor que relaciona la consistencia requerida, módulo de finura, forma y textura de la arena
- e: base de los logaritmos neperianos (e = 2.7183)
- K: relación agua – cemento para la consistencia requerida en términos de fluidez de la pasta de cemento.

Para determinar la consistencia especificada “k” se trabajará con la gráfica que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Figura 11

Relación de Agua-Cemento vs %Flujo



Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero. (Sánchez, 1994)

Una vez conocida la consistencia, el módulo de finura y el tipo de arena, se consulta la

Tabla 5

Valores de b para distintas consistencias y módulos de finura de la arena donde aparecen los valores de “b”, y para valores de módulo de finura distintos se pueden interpolarse.

Tabla 5

Valores de b para distintas consistencias y módulos de finura de la arena

Consistencia	Módulo de Finura	Arena de granos redondos y lisos	Arena de granos angulares y rugosos
Seca (90%)	1.7	0.3293	0.3215
	2.2	0.3110	0.3028
	2.7	0.2772	0.2930
	3.2	0.2394	0.2494
Plástica (110%)	1.7	0.3242	0.3238
	2.2	0.3033	0.2947
	2.7	0.2734	0.2879
	3.2	0.2368	0.2477

	1.7	0.3172	0.3216
Fluida (130%)	2.2	0.2927	0.3003
	2.7	0.2687	0.2949
	3.2	0.2340	0.2629

c. Determinación de la proporción 1: n

Una vez conocidos los valores de A/C, k y b, la única incógnita que hay en la Ecuación 14, es el valor de n. Despejando la **Ecuación 14** queda:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{A}{C}\right) - \ln(k)}{b} \quad (14)$$

Donde:

- A/C: Relación agua – cemento
- k: relación agua – cemento para la consistencia requerida en términos de fluidez de la pasta de cemento.
- b: factor que relaciona la consistencia requerida, módulo de finura, forma y textura de la arena

d. Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen se obtiene partiendo de los volúmenes que conforman 1 m³ de mortero, como se muestra en la **Ecuación 15**.

$$C = \frac{1}{\frac{1}{G_c} + \frac{n}{G_a} + K e^{bn}} \quad (15)$$

Donde:

- C: Cemento en kg
- a: Arena en kg
- A: Agua en kg o l
- G_c: Peso específico del cemento
- G_a: Densidad aparente seca de la arena

e. Determinación del Contenido de Agua

Conocida la relación agua – cemento y el contenido de cemento, se procede a determinar el contenido de agua, mediante la **Ecuación 16**.

$$A = \frac{A}{C} * C \quad (16)$$

Donde:

- A/C: relación agua – cemento
- C: cemento en kg

f. Determinación del Contenido de Arena

Conocido el valor de “n” y el valor de contenido de cemento, se procede a determinar el contenido de arena, mediante la **Ecuación 17**.

$$a = n * C \quad (17)$$

Donde:

- n: proporción de la mezcla (número de partes de arena por una parte de cemento en peso)
- C: cemento en kg

3. Elaboración de especímenes de mortero con distintos porcentajes de paja de toquilla.

La composición del mortero será siguiendo el procedimiento de la norma de referencia NTP 334.051 / ASTM C-109, donde las proporciones en peso de materiales para el mortero serán determinadas por métodos analíticos con los valores de sus ensayos de agregado fino.

• Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Estufa, Temperatura de $100 \pm 10^\circ \text{C}$.
- Probeta con precisión de 1 ml

• Herramientas

- Bandeja plástica o de aluminio para elaborar la mezcla.
- Moldes de material no absorbente de 5cm X 5cm x 5cm.
- 01 badilejo.
- Destornillador plano y cruz.

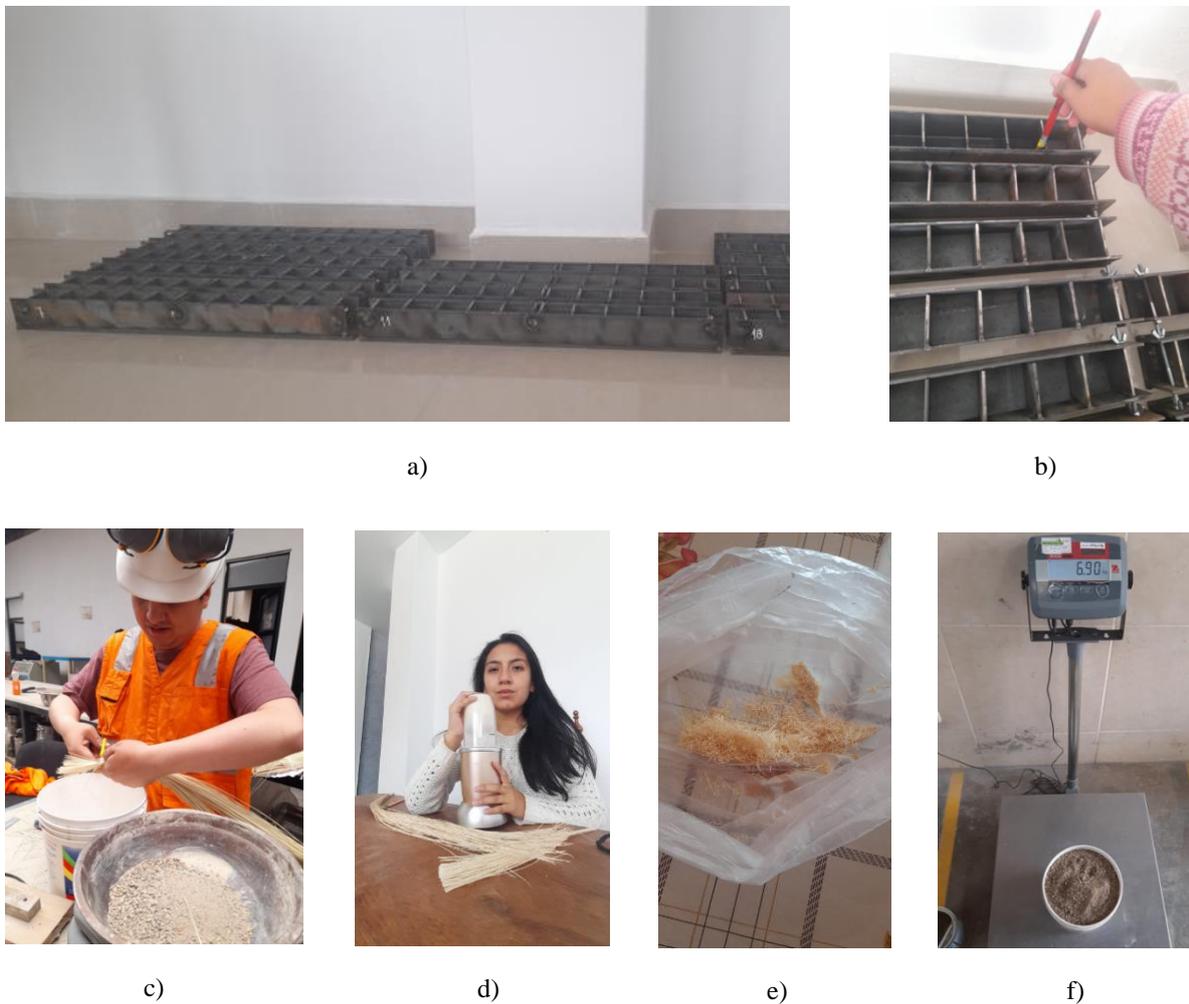
- 01 barra metálica liza para enrazar.
 - Par de Guantes.
 - Cinta masking para etiquetar.
 - Plumón indeleble.
 - Balde plástico de 4L.
 - Balde plástico de 18L.
 - Bandeja plástica.
- **Materiales**
 - Cemento Portland
 - Agregado fino
 - Agua Potable
 - Paja Toquilla
 - **Procedimiento**
 - a) Se pesará las cantidades de materiales dadas, según la dosificación de materiales para el diseño de mezcla del mortero para los diferentes porcentajes de adición de paja toquilla, y colocadas en un recipiente.
 - b) Se tritura la paja toquilla, para la adición en los diferentes porcentajes de los especímenes.
 - c) Se mezclará el cemento y la arena hasta que ambos elementos estén bien mezclados entre sí, así mismo, se adiciona los diferentes porcentajes de paja toquilla.
 - d) Agregar parcialmente el agua en el recipiente donde está la mezcla del cemento, la arena y la paja toquilla; mezclar lentamente con el badilejo hasta obtener la consistencia deseada.
 - e) Se prepara los moldes, estos deben de ser de un material impermeable (metal, vidrio, acrílico, etc.), de modo que no absorba agua de amasado.
 - f) Se inicia el llenado de los moldes colocan moldes colocando una capa de aproximadamente 1” espesor y se apisona con 32 golpes, alternando los golpes entre

los moldes. Se llenan los moldes con una segunda capa y se realiza el mismo procedimiento.

- g) Al finalizar la compactación las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que el borde superior de los moldes, los cuales deben ser alisadas con la parte plana de la espátula, retirando el mortero sobrante con movimiento de vaivén.
- h) Luego de 24 horas de fraguado, proceder a desenconfrar, para poder etiquetarlos.
- i) Finalmente, inicia el proceso de curado, en las edades de 7 días, 14 días y 28 días.

Figura 12

Elaboración de especímenes de mortero



Nota: a) Codificación de los moldes, b) Colocación de desmoldante a los moldes con ayuda de un pincel, c) Cortar la paja toquilla en dimensiones aproximadamente de 5 cm para luego ser trituradas, d) Triturando la paja toquilla, hasta tener una consistencia de fibra, e) Visualización

de cómo queda la paja toquilla después de ser triturada, f) Peso del agregado fino de acuerdo a la dosificación de los materiales. **Fuente:** Elaboración Propia

Figura 13

Elaboración de especímenes de mortero



a)



b)



c)



e)



f)



g)



h)



i)



j)



k)

Nota: a) Peso del cemento, b) Medición del agua, c) Mezclar el cemento con el agregado fino, d) Incorporación de la paja toquilla en los porcentajes requeridos, e) Incorporación del agua, f) Compactación de la mezcla en los moldes, g) Enrazado del material, h) Codificación de los morteros, i) Desencofrado de los morteros, j) Colocación en el agua para el curado. **Fuente:** Elaboración Propia

5. Ensayo de resistencia a compresión axial, absorción y capilaridad de las probetas.

Los ensayos se realizaron de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas peruanas y ASTM, realizados en la Universidad Privada del Norte.

5.1. Absorción de Mortero de Cemento Hidráulico

- **Norma**

ASTM C642

- **Importancia**

El grado de absorción o coeficiente de absorción viene a ser la cantidad de agua que un material puede absorber en un tiempo determinado.

- **Equipo y Herramientas**

- Balanza, capacidad 300 gr
- Horno 100 ± 5 °C
- Termómetro ambiental
- Cronómetro
- Balde de capacidad de 18L.

- **Procedimiento**

- a) Colocar en el Horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, hasta peso constante.
- b) Determinar el peso seco de la muestra.

- c) Colocar dentro del agua y tomar los pesos en los siguientes tiempos: 10 min, 20min, 30min, 60min, 2horas,10horas – 16 horas, y 24 horas
- d) Obtener peso saturado de cada muestra para cada uno de los 7 tiempos.
- e) Determinar el grado de absorción mediante la **Ecuación 18**:

$$G.A\% = \frac{P_{sat} - P_{sec}}{P_{sec}} * 100 \quad (18)$$

Donde:

- G.A%: Grado de Absorción
- P_{sat}: Peso Saturado
- P_{sec}: Peso Seco

Figura 14

Absorción



Nota: a) Pasadas las 24 horas se saca del horno las muestras, b) Peso de la muestra en seco, c) Sumergir las muestras en agua, d) Pesar las muestras después de 10 min, 20 min, 30 min, 1 hora, 2 hora, 10 horas, 16 horas y 24 horas, para calcular la absorción de las muestras. **Fuente:** Elaboración Propia

5.2. Capilaridad de Mortero de Cemento Hidráulico

- **Norma**

ASTM C1585

- **Importancia**

Es la propiedad que tiene un mortero y que consiste en el ascenso del agua que está en contacto con sus caras, a través de los poros capilares.

- **Equipo y Herramientas**

- Balanza, capacidad 300 gr
- Horno 100 ± 5 °C
- Termómetro ambiental
- Vernier
- Bandeja metálica
- Cronómetro

- **Procedimiento**

- a) Medir las muestras con el vernier y determinar el promedio de cada dimensión.
- b) Colocar en el Horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, hasta peso constante y determinar el peso seco de la muestra.
- c) Colocar unos tacos de 0.5 a 1cm de altura dentro de la bandeja. Colocar las muestras de mortero sobre los tacos en la bandeja.
- d) Marcar 1 cm de altura medidos desde la base de los morteros. Echar el agua y hacer que este alcance la marca de 1cm. Dejar las muestras por un tiempo de 3 horas dentro del agua. Sacar de la bandeja las muestras y secar las caras con mucho cuidado.
- e) Obtener peso del mortero con el agua absorbida. Por diferencia de pesos obtener la cantidad de agua absorbida (P)
- f) Medir el fleco capilar en cm^2 , que es el área humedecida del mortero a partir del 1 centímetro medido. (S) Determinar la capilaridad mediante la **Ecuación 19** y **Ecuación 20**:

$$S = 2(a + b) * hi \quad (19)$$

$$k = \frac{P * t}{S} \quad (20)$$

Error! N

o se

encuentra

**el origen
de la
referencia.)**

Donde:

- a: Ancho promedio de la muestra
- b: Largo de la muestra
- hi: Altura que alcanza la humedad de la muestra
- P: Peso del agua absorbida (gr)
- S: Área lateral del fleco capilar (cm²)
- t: Tiempo de exposición con el agua (min)

Figura 15

Capilaridad



Nota: a) Sacar los morteros del horno, b) Medir con el vernier las caras del mortero, c) Trazar 1 cm de la base, d) Se muestra el trazo de 1 cm, e) Pesar el mortero seco, f) Colocar en la bandeja las cuñas, luego colocar los morteros y finalmente colocar agua hasta la línea de 1cm, g) Pasada las 3 horas, sacar y pesar el mortero, h) Medir la altura del fleco. **Fuente:** Elaboración Propia

5.3. Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico (Cubos 50.8 mm): NTP 334.051

- **Norma**

ASTM C109 / NTP 334.051 / MTC E609

- **Importancia**

Se aplica para determinar la resistencia a la compresión de cementos Portland y otros morteros y los resultados pueden ser usados para verificar el cumplimiento de requisitos. Se debe tener cuidado de utilizar los resultados de este método para predecir la resistencia de concreto.

- **Equipo**

- Prensa hidráulica
- Vernier

- **Procedimiento**

- a) Determinar las dimensiones promedio de la probeta, es decir el valor promedio ancho, largo y altura por lo menos con la lectura de tres valores, esto nos garantizará el valor más cercano a la realidad que tiene cada una de sus dimensiones.
- b) Para determinar este ensayo se coloca la probeta estándar entre los platillos de la prensa.

- c) Se debe observar en forma permanente el limbo de carga. Resulta interesante e importante observar permanentemente el limbo de carga porque antes que se produzca el fallamiento total de la probeta las agujas suelen tratar de regresar en vez de avanzar; esto se traduce o interpreta como que la probeta ha fallado parcialmente; luego las agujas seguirán un movimiento en ascenso.
- d) Comenzar a registrar el tiempo de ensayo. Observar las fallas que se van produciendo. Luego se comienza a aplicar de una manera ascendente una carga compresional hasta que se produzca la rotura. Cada tipo de mortero tiene una forma peculiar de romperse.
- e) Determinar la deformación unitaria de cada espécimen mediante la **Ecuación 21**.

$$\sigma_{ci} = \frac{\text{Carga}}{A_r} \quad (21)$$

Donde:

- A_r : Área resistente en cm^2
- σ_{ci} : Esfuerzo a la compresión

Figura 16

Resistencia a la compresión del mortero



a)



b)



c)



d)



e)

Nota: a) Se deja secar a temperatura ambiente los morteros, b) Se procede a medir las caras del mortero, c) Se coloca el mortero en la prensa hidráulica y se empieza a contar las cargas aplicadas, d) Se muestra el tipo de falla producida, e) Foto final con los responsables del ensayo. **Fuente:** Elaboración Propia

6. Procesamiento de datos para comparar los resultados

Se determinará el porcentaje de variación del mortero tradicional con el mortero al que se añadió cada porcentaje de paja de toquilla y validar la hipótesis, mediante la utilización del Programa Microsoft Excel.

Así mismo, los resultados obtenidos presentan la confiabilidad mediante protocolos los cuales fueron firmados por el responsable de laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

Para asegurar el desarrollo de la investigación se consideró los siguientes **aspectos éticos**.

- Respecto a la **autenticidad**, la investigación cita las fuentes de información consultadas según los ítems que presenta la Norma APA.
- Respecto a la **no maleficencia**, la información recolectada y procesada tienen como propósito determinar la influencia de adición de paja toquilla en morteros de 125 kg/cm².
- Respecto a la **autonomía**, los autores interpretan y manifiestan sus opiniones de la información expuesta en el marco teórico.
- Respecto a la **verdad**, los resultados se presentan con transparencia mostrando resultados debidamente protocolizados.
- Respecto al **compromiso y responsabilidad**, la investigación se realizó con respeto, integridad y honestidad.
- Respecto a la **beneficencia**, esta investigación se elabora en beneficio de la ingeniería para mejorar las propiedades mecánico-físicas de los morteros comunes de cemento.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se presenta los resultados obtenidos de cada ensayo realizado en el laboratorio, los cuales consistieron en evaluar las propiedades física-mecánicas como absorción, capilaridad y la resistencia a la compresión de los morteros con adición de paja toquilla al 5%, 7% y 10% donde fueron comparados con el mortero patrón sin adición de paja toquilla.

4.1. Absorción de Mortero de Cemento Hidráulico

Conforme a los ensayos de absorción, dando respuesta al **objetivo específico 01**, mostrados en las tablas 7, 8 y 9 se determinaron los siguientes resultados:

4.1.1. Absorción del Mortero – 7 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 7 días de curado, en la **Tabla 6**

se observa que la capacidad de absorción del mortero aumenta de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla respecto a la muestra patrón.

Tabla 6

Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 7 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	8.87%	15.34%	29.86%	23.49%
M-02	7.76%	16.93%	22.41%	27.94%
M-03	8.58%	15.81%	21.12%	29.51%
M-04	7.53%	14.02%	23.50%	24.12%
M-05	6.92%	15.45%	27.94%	26.82%

Nota: Esta tabla muestra el porcentaje de absorción obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 7 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.1.2. Absorción del Mortero – 14 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 14 días de curado, en la **Tabla 7**

se observa que la capacidad de absorción del mortero aumenta de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla respecto a la muestra patrón.

Tabla 7

Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 14 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	30.18	106.28	149.49	98.88
M-02	26.47	104.96	73.84	69.43
M-03	33.76	54.33	97.78	171.75
M-04	14.28	64.45	143.37	75.51
M-05	28.15	60.86	151.70	72.72

Nota: Esta tabla muestra el porcentaje de absorción obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 14 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.1.3. Absorción del Mortero – 28 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 28 días de curado, en la **Tabla 8**

se observa que la capacidad de absorción del mortero aumenta de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla respecto a la muestra patrón.

Tabla 8

Resultados obtenidos del ensayo de absorción a los 28 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	14.78	71.81	79.08	81.74
M-02	17.77	97.84	84.77	90.76
M-03	15.82	55.23	57.66	93.01
M-04	19.08	55.98	87.89	63.48
M-05	19.86	25.23	47.88	53.23

Nota: Esta tabla muestra el porcentaje de absorción obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 28 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.2. Capilaridad de Mortero de Cemento Hidráulico

Conforme a los ensayos de capilaridad, dando respuesta al **objetivo específico 02**, mostrados en las tablas 10, 11 y 12 se determinaron los siguientes resultados:

4.2.1. Capilaridad del Mortero – 7 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 7 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la capilaridad fueron los que se presentan en la **Tabla 9**

Tabla 9

Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 7 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	20.20	94.84	173.83	204.63
M-02	30.92	156.68	86.66	166.50
M-03	31.53	67.39	215.70	172.82
M-04	40.06	118.24	133.50	210.39
M-05	39.59	100.00	99.22	208.79

Nota: Esta tabla muestra la capilaridad obtenida de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 7 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.2.2. Capilaridad del Mortero – 14 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 14 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la capilaridad fueron los que se presentan en la **Tabla 10**

Tabla 10

Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 14 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	30.18	106.28	149.49	98.88
M-02	26.47	104.96	73.84	69.43
M-03	33.76	54.33	97.78	171.75
M-04	14.28	64.45	143.37	75.51
M-05	28.15	60.86	151.70	72.72

Nota: Esta tabla muestra la capilaridad obtenida de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 14 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.2.3. Capilaridad del Mortero – 28 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 28 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la capilaridad fueron los que se presentan en la **Tabla 11**

Tabla 11

Resultados obtenidos del ensayo de capilaridad a los 28 días de curado

ID Mortero	Patrón	5%	7%	10%
M-01	14.78	71.81	79.08	81.74
M-02	17.77	97.84	84.77	90.76
M-03	15.82	55.23	57.66	93.01
M-04	19.08	55.98	87.89	63.48
M-05	19.86	25.23	47.88	53.23

Nota: Esta tabla muestra la capilaridad obtenida de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 28 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.3. Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico (Cubos 50.8 mm): NTP 334.051

Se presenta los resultados de los ensayos a compresión para las muestras patrón y adicionando paja toquilla en 5%, 7% y 10% a la edad de 7,14 y 28 días dando respuesta al **objetivo específico 03**, mostrados en las tablas 13, 14 y 15:

4.3.1. Resistencia a la Compresión del Mortero – 7 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 7 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión axial de acuerdo a la NTP 334.051 fueron los que se presentan en la

Tabla 12

Se puede observar en la

Tabla 12

que, a los 7 días de curado, la muestra con 10% de paja toquilla, alcanza el menor promedio de resistencia a compresión siendo de 10.722 Kg/cm², y el mortero patrón alcanza 115.584 Kg/cm². El promedio de la resistencia de compresión disminuye directamente proporcional a los porcentajes de adición de la paja toquilla que se adicionan al mortero.

Tabla 12

Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 7 días de curado

% Paja Toquilla	ID mortero	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Carga Última (kg-f)	Resistencia a compresión	Resistencia promedio (kg/cm ²)
Patrón	M-01	21/12/2022	28/12/2022	7	5.04	5.03	2936 Kg-f	115.81 Kg/cm ²	115.58 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	28/12/2022	7	5.05	5.07	2952 Kg-f	115.30 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	28/12/2022	7	5.09	5.06	2967 Kg-f	115.20 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	28/12/2022	7	5.04	5.03	2934 Kg-f	115.73 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	28/12/2022	7	5.03	5.02	2926 Kg-f	115.88 Kg/cm ²	
5%	M-01	21/12/2022	28/12/2022	7	5.12	5.10	968 Kg-f	37.07 Kg/cm ²	

	M-02	21/12/2022	28/12/2022	7	5.01	5.02	923 Kg-f	36.70 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	28/12/2022	7	5.09	5.07	973 Kg-f	37.70 Kg/cm ²	36.85
	M-04	21/12/2022	28/12/2022	7	5.00	5.00	924 Kg-f	36.96 Kg/cm ²	Kg/cm ²
	M-05	21/12/2022	28/12/2022	7	5.02	5.03	904 Kg-f	35.80 Kg/cm ²	
	M-01	21/12/2022	28/12/2022	7	5.09	5.09	511 Kg-f	19.72 Kg/cm ²	
	M-02	21/12/2022	28/12/2022	7	5.10	5.11	516 Kg-f	19.80 Kg/cm ²	
7%	M-03	21/12/2022	28/12/2022	7	5.06	5.05	500 Kg-f	19.57 Kg/cm ²	19.65
	M-04	21/12/2022	28/12/2022	7	5.09	5.05	505 Kg-f	19.65 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	28/12/2022	7	5.06	5.09	502 Kg-f	19.49 Kg/cm ²	
	M-01	21/12/2022	28/12/2022	7	5.12	5.10	284 Kg-f	10.88 Kg/cm ²	
	M-02	21/12/2022	28/12/2022	7	5.06	5.05	280 Kg-f	10.96 Kg/cm ²	
10%	M-03	21/12/2022	28/12/2022	7	5.25	5.28	290 Kg-f	10.46 Kg/cm ²	10.72
	M-04	21/12/2022	28/12/2022	7	5.00	5.00	264 Kg-f	10.56 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	28/12/2022	7	5.09	5.06	277 Kg-f	10.76 Kg/cm ²	

Nota: Esta tabla muestra las resistencias a la compresión obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 7 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.3.2. Resistencia a la Compresión del Mortero – 14 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 14 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión axial de acuerdo a la NTP 334.051 fueron los que se presentan en la **Tabla 13**

Se puede observar en la **Tabla 13**

que, a los 7 días de curado, la muestra con 10% de paja toquilla, alcanza el menor promedio de resistencia a compresión de 25.59 Kg/cm², y el mortero patrón alcanza 134.59 Kg/cm². A los 14 días de curado, las muestras patrones son las únicas que han superado la resistencia requerida de diseño de 125 kg/cm². El promedio de la resistencia de compresión disminuye directamente proporcional a los porcentajes de adición de la paja toquilla que se adicionan al mortero.

Tabla 13

Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 14 días de curado

% Paja Toquilla	ID mortero	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Carga Última (kg-f)	Resistencia a compresión	Resistencia promedio (kg/cm ²)
Patrón	M-01	21/12/2022	04/01/2023	14	5.07	5.05	3440 Kg-f	134.36 Kg/cm ²	134.59 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	04/01/2023	14	5.01	5.03	3382 Kg-f	134.20 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	04/01/2023	14	5.03	5.02	3403 Kg-f	134.77 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	04/01/2023	14	5.10	5.09	3499 Kg-f	134.79 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	04/01/2023	14	5.07	5.08	3473 Kg-f	134.84 Kg/cm ²	
5%	M-01	21/12/2022	04/01/2023	14	5.01	5.00	1434 Kg-f	57.25 Kg/cm ²	57.34 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	04/01/2023	14	5.00	5.00	1429 Kg-f	57.16 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	04/01/2023	14	5.03	5.01	1437 Kg-f	57.02 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	04/01/2023	14	5.00	5.00	1435 Kg-f	57.40 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	04/01/2023	14	5.14	5.00	1487 Kg-f	57.86 Kg/cm ²	
7%	M-01	21/12/2022	04/01/2023	14	5.02	5.03	834 Kg-f	33.03 Kg/cm ²	33.93 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	04/01/2023	14	5.03	5.01	881 Kg-f	34.96 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	04/01/2023	14	5.04	5.03	876 Kg-f	34.55 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	04/01/2023	14	5.06	5.04	824 Kg-f	32.31 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	04/01/2023	14	5.04	5.05	885 Kg-f	34.77 Kg/cm ²	
10%	M-01	21/12/2022	04/01/2023	14	5.01	5.03	699 Kg-f	27.74 Kg/cm ²	25.59 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	04/01/2023	14	5.00	5.01	605 Kg-f	24.15 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	04/01/2023	14	5.10	5.08	647 Kg-f	24.97 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	04/01/2023	14	5.09	5.07	625 Kg-f	24.22 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	04/01/2023	14	5.06	5.02	682 Kg-f	26.85 Kg/cm ²	

Nota: Esta tabla muestra las resistencias a la compresión obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 14 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.3.3. Resistencia a la Compresión del Mortero – 28 días de curado

Se ensayaron 5 muestras de cada probeta de mortero con y sin adición de paja toquilla, a la edad de 14 días de curado, por lo que los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión axial de acuerdo a la NTP 334.051 fueron los que se presentan en la **Tabla 14**

Se puede observar en la **Tabla 14**

que, a los 7 días de curado, la muestra con 10% de paja toquilla, alcanza el menor promedio de resistencia a compresión de 40.45 Kg/cm², y el mortero patrón alcanza 172.11 Kg/cm². A los 28 días de curado, las muestras patrones son las únicas que han superado la resistencia requerida de diseño de 125 kg/cm². El promedio de la resistencia de

compresión disminuye directamente proporcional a los porcentajes de adición de la paja toquilla que se adicionan al mortero.

Tabla 14

Resultados obtenidos del ensayo de compresión del mortero hidráulico a los 28 días de curado

% Paja Toquilla	ID mortero	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Carga Última (kg-f)	Resistencia a compresión	Resistencia promedio (kg/cm ²)
Patrón	M-01	21/12/2022	18/01/2023	28	5.06	5.03	4323 Kg-f	169.85 Kg/cm ²	172.11 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	18/01/2023	28	5.04	5.03	4409 Kg-f	173.92 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	18/01/2023	28	5.07	5.05	4442 Kg-f	173.49 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	18/01/2023	28	5.07	5.09	4384 Kg-f	169.88 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	18/01/2023	28	5.05	5.04	4413 Kg-f	173.39 Kg/cm ²	
5%	M-01	21/12/2022	18/01/2023	28	5.04	5.05	2042 Kg-f	80.23 Kg/cm ²	82.09 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	18/01/2023	28	5.01	5.08	2154 Kg-f	84.63 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	18/01/2023	28	5.08	5.06	2081 Kg-f	80.96 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	18/01/2023	28	5.04	5.03	2032 Kg-f	80.15 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	18/01/2023	28	5.09	5.06	2176 Kg-f	84.49 Kg/cm ²	
7%	M-01	21/12/2022	18/01/2023	28	5.05	5.06	1366 Kg-f	53.46 Kg/cm ²	54.56 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	18/01/2023	28	5.24	5.20	1468 Kg-f	53.88 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	18/01/2023	28	5.05	5.09	1386 Kg-f	53.92 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	18/01/2023	28	5.07	5.05	1413 Kg-f	55.19 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	18/01/2023	28	5.07	5.06	1446 Kg-f	56.37 Kg/cm ²	
10%	M-01	21/12/2022	18/01/2023	28	5.05	5.03	1074 Kg-f	42.28 Kg/cm ²	40.45 Kg/cm ²
	M-02	21/12/2022	18/01/2023	28	5.02	5.05	1041 Kg-f	41.06 Kg/cm ²	
	M-03	21/12/2022	18/01/2023	28	5.03	5.02	966 Kg-f	38.26 Kg/cm ²	
	M-04	21/12/2022	18/01/2023	28	5.07	5.06	979 Kg-f	38.16 Kg/cm ²	
	M-05	21/12/2022	18/01/2023	28	5.05	5.04	1081 Kg-f	42.47 Kg/cm ²	

Nota: Esta tabla muestra las resistencias a la compresión obtenidas de las 5 muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla respectivamente ensayadas a 28 días. **Fuente:** Elaboración Propia

4.4. Comparación de resultados del ensayo de absorción de morteros hidráulicos a los 7 días, 14 días y 28 días de curado

En la Tabla 15 tenemos los resultados una vez que las muestras fueron sometidas al proceso de curado cuyos resultados muestran la absorción promedios de mortero patrón y mortero con adición del 5%, 7% y 10%.

Tabla 15
Comparación del porcentaje de incremento de ensayo de absorción

% Paja Toquilla	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Absorción promedio	Absorción promedio %	% de Incremento
Patrón	21/12/2022	28/12/2022	7	7.93%	100%	0.00%
5%	21/12/2022	28/12/2022	7	15.51%	195.54%	95.54%
7%	21/12/2022	28/12/2022	7	24.97%	314.79%	214.79%
10%	21/12/2022	28/12/2022	7	26.37%	332.52%	232.52%
Patrón	21/12/2022	04/01/2023	14	8.23%	100%	0.00%
5%	21/12/2022	04/01/2023	14	14.37%	174.57%	74.57%
7%	21/12/2022	04/01/2023	14	23.86%	290.01%	190.01%
10%	21/12/2022	04/01/2023	14	26.74%	324.94%	224.94%
Patrón	21/12/2022	18/01/2023	28	7.11%	100%	0.00%
5%	21/12/2022	18/01/2023	28	14.17%	199.32%	99.32%
7%	21/12/2022	18/01/2023	28	23.96%	336.95%	236.95%
10%	21/12/2022	18/01/2023	28	24.10%	338.96%	238.96%

Nota: A mayor adición de paja toquilla en el mortero, mayor es el porcentaje de absorción con respecto al concreto patrón. **Fuente:** Elaboración Propia

Se puede observar en la tabla que todas las muestras con adición de paja toquilla superaron la absorción promedio de la muestra patrón para las tres edades de ensayo, en la cual el 10% de adición obtuvo el mayor promedio de absorción.

4.5. Comparación de resultados del ensayo de capilaridad de morteros hidráulicos a los 7 días, 14 días y 28 días de curado

En la **Tabla 16** tenemos los resultados una vez que las muestras fueron sometidas al proceso de curado cuyos resultados muestran la capilaridad promedios de mortero patrón y mortero con adición del 5%, 7% y 10%.

Tabla 16
Comparativa de capilaridad promedio de los morteros

% Paja Toquilla	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Capilaridad promedio (gr*min/cm ²)	Capilaridad promedio % (gr*min/cm ²)	% de Incremento
Patrón	21/12/2022	28/12/2022	7	32.46	100%	0.00%

Patrón	21/12/2022	04/01/2023	14	26.57	100%	0.00%
Patrón	21/12/2022	18/01/2023	28	17.46	100%	0.00%
5%	21/12/2022	28/12/2022	7	107.43	330.97%	230.97%
5%	21/12/2022	04/01/2023	14	78.18	294.25%	194.25%
5%	21/12/2022	18/01/2023	28	61.22	350.59%	250.59%
7%	21/12/2022	28/12/2022	7	141.78	436.80%	336.80%
7%	21/12/2022	04/01/2023	14	123.24	463.86%	363.86%
7%	21/12/2022	18/01/2023	28	71.46	409.23%	309.23%
10%	21/12/2022	28/12/2022	7	192.62	593.43%	493.43%
10%	21/12/2022	04/01/2023	14	97.66	367.58%	267.58%
10%	21/12/2022	18/01/2023	28	76.44	437.78%	337.78%

Nota: A mayor adición de paja toquilla en el mortero, mayor es el porcentaje de capilaridad con respecto al concreto patrón. **Fuente:** Elaboración Propia

Se puede observar en la tabla, que la muestra patrón a los 28 días de curado alcanza una capilaridad promedio de 17.46 gr*min/cm², y por este cálculo se le considera 100%, ya que es la muestra que no se le adiciona ningún porcentaje de paja toquilla que pueda incidir en sus propiedades físico-mecánicas, al compararlo con las demás muestras estas aumentan su valor respecto a la muestra patrón, siendo el mortero con adición del 10% de paja toquilla el mejor porcentaje de capilaridad con respecto al patrón.

4.6. Comparación de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de morteros hidráulicos a los 7 días, 14 días y 28 días de curado

En la **Tabla 17** tenemos los resultados según la edad de los morteros donde nos muestran las resistencias a la compresión promedios de mortero patrón y mortero con adición del 5%, 7% y 10%; el cual va disminuyendo respecto al mortero patrón esto de acuerdo al % de adición de paja toquilla.

Tabla 17

Comparativa de la Resistencia a compresión de los morteros

% Paja Toquilla	Fecha moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Resistencia promedio	F' C Diseño	Resistencia al F' C (%)	Resistencia F' C Final	% de Incremento
-----------------	--------------	--------------	-------------	----------------------	-------------	-------------------------	------------------------	-----------------

Patrón	21/12/2022	28/12/2022	7	115.58 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	92.47%		
Patrón	21/12/2022	04/01/2023	14	134.59 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	107.67%	137.68%	+37.68%
Patrón	21/12/2022	18/01/2023	28	172.11 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	137.68%		
5%	21/12/2022	28/12/2022	7	36.85 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	29.48%		
5%	21/12/2022	04/01/2023	14	57.34 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	45.87%	65.67%	-34.33%
5%	21/12/2022	18/01/2023	28	82.09 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	65.67%		
7%	21/12/2022	28/12/2022	7	19.65 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	15.72%		
7%	21/12/2022	04/01/2023	14	33.93 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	27.14%	43.65%	-56.35%
7%	21/12/2022	18/01/2023	28	54.56 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	43.65%		
10%	21/12/2022	28/12/2022	7	10.72 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	8.58%		
10%	21/12/2022	04/01/2023	14	25.59 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	20.47%	32.36%	-67.64%
10%	21/12/2022	18/01/2023	28	40.45 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	32.36%		

Nota: Esta tabla muestra las resistencias a la compresión obtenidas, fechas de moldeo y rotura de las muestras patrón y con 5%, 7% y 10% de paja toquilla a 7, 14 y 28 días. **Fuente:** Elaboración Propia

Se puede observar en la tabla que la muestra patrón alcanza una resistencia final promedio de 172.11 kg/cm², con lo cual supera significativamente a la resistencia con la cual es diseñado de 125 kg/cm², de acuerdo a este cálculo se le considera a esta resistencia de compresión un 100% , dado que es la resistencia por la cual fue diseñado el mortero es por esto que al comparar con las demás muestras, estas disminuyen el valor de su resistencia de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla de 5%, 7% y 10% produciendo una disminución de 34.33%, 56.35% y 67.64% respectivamente, estos valores están por debajo del esfuerzo que debe soportar el mortero de acuerdo al diseño de esta investigación.

Por lo que a mayores adiciones de paja toquilla en el mortero, menores son los valores de resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. DISCUSIÓN

Una de las **limitaciones** identificadas en esta investigación, es que en la elaboración de los dados de concreto de 5 cm x 5 cm x 5 cm no se ha establecido un estándar promedio del tamaño de la fibra para la adición de paja toquilla lo cual dificultó en designar tamaño de corte adecuado del material para que tenga una adherencia adecuada esto se debió a la consistencia del material en la cual al momento de la adición para la mezcla está tiende a ocupar gran volumen y poco peso, por lo que se tuvo que recurrir a investigaciones que adicione otro tipo de fibras como son de coco, trigo o polipropileno lo cual sirvieron como precedentes para plantear el tamaño del corte de la fibra de la paja toquilla utilizándose un tamaño promedio de 1.5 cm dado que existen pocas investigaciones referentes a la adición de paja toquilla u otra fibra vegetal de reemplazo para una resistencia menor de 175 kg/cm² puesto que la mayoría de estudios de adición de fibras a una mezcla de concreto son para una resistencia de 210 kg/cm² o superior y además de las muestras ensayadas son realizadas comúnmente en probetas cilíndricas.

Según Priya y Thirumalini (2018), evaluaron la variación en las propiedades físico-mecánicas del concreto de alta resistencia incorporando fibras de sisal, plátano y coco en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%, lo cual por medio de una población muestral de 30 cubos de concreto de 15 cm x 15 cm x 15 cm obtuvieron en sus resultados una absorción promedio de 3.8% a la edad de 28 días para la muestra patrón lo cual respecto a la adición de fibra de sisal, plátano y coco en porcentajes de 0.5% y 1% y 1.5% obtuvieron una disminución en la absorción del agua alcanzando un valor de 3.5%, 3.2% y 3% a los 28 días para 0.5% de adición de fibra; 3.1%, 2.8% y 3.2% a los 28 días para 1% de adición de fibra y 3.4%, 3.1% y 3.4% a los 28 días para 1.5% de adición de fibra respectivamente, el cual dichos resultados tenían una reducción en su capacidad de absorción entre 7% a 27% comparado con la muestra patrón, donde los autores indicaron que esta reducción se debía a la adición de estas fibras al concreto dado que tienden a reducir la estructura de poros discontinuos, disminuyendo el volumen de poros capilares para así reducir la capacidad de absorción del agua.

Sin embargo, en nuestra investigación los resultados obtenidos de los ensayos de absorción de agua adicionando 5%, 7% y 10% de paja toquilla a los 7, 14 y 28 días de curado, la capacidad de absorción final promedio de la muestras a los 28 días fueron 14.17%, 23.96%

y 24.10% el cual los valores aumentaron respecto a la muestra patrón el cual tenía un valor de 7.11% incrementándose considerablemente así en un 99.32%, 236.95% y 238.96% respectivamente según el porcentaje de adición de la paja toquilla.

Así mismo cabe recalcar que estos resultados demuestran que mientras mayor sea el porcentaje de adición de la paja toquilla esta hace que la capacidad de absorción de agua del mortero incremente lo que se puede interpretar que debido a la adición de las fibras en la mezcla no exista una buena adherencia por lo que permite la incorporación de aire lo cual genera mayor porosidad a la matriz cementante, lo cual es un factor predominante en la vida útil de estructuras.

Para Viera et al. (2022) en su investigación referente a la influencia de fibras de polipropileno y cabuya en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, el cual añadieron en porcentajes de 0.15%, 0.3% y 0.5% del volumen del mortero, dado que realizaron el ensayo de capilaridad en especímenes cúbicos de arista de 5 cm, concluyendo así que la adición de fibras influyen directamente en la permeabilidad de los morteros volviéndolos más o menos susceptibles al paso de agua tal es el caso de los morteros con adición de fibras de cabuya donde al realizarse los ensayos de capilaridad presentaron menor velocidad de absorción capilar con una reducción de 13.07% en relación al mortero patrón en una etapa inicial, caso contrario con los morteros con adición de fibra de polipropileno lo cual aumenta su velocidad de absorción capilar hasta en un 17.137% respecto al mortero patrón.

En cuanto a nuestra investigación presentaron resultados donde la capacidad de permeabilidad de los morteros al igual que la investigación de Viera et al. (2022) influyeron directamente dado que presentaron un incremento considerable en la capilaridad respecto al mortero patrón incrementos de 350.59%, 409.23% y 437.78% esto es según el porcentaje de adición de la paja toquilla el cual es perjudicial puesto que no contribuye en evitar el paso del agua al aumentar su velocidad de penetración ya que está relacionada directamente a la porosidad del mortero dado que si el mortero presenta más porosidad mayor será el contenido de agua que absorberá.

De acuerdo a Capillo y Palma (2020), en su investigación concluye en sus resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto en sus distintas dosificaciones al añadir 0.5%, 1% y 1.5% de paja de trigo redujeron el valor de la resistencia en 28.98%, 29.66% y 43.05% comparado con la muestra patrón, dado que dichos valores está por debajo de los

esfuerzos que soporta el concreto diseñado a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ debido a que la paja de trigo es un material orgánico y por ello tiene menor soporte a la resistencia compresión. Mientras que Atilano (2018), obtuvo resultados que la paja ichu disminuye constantemente con respecto a la mezcla patrón dado que a los 28 días de curado la mezcla patrón obtuvo un valor de 240.7 kg/cm^2 y según el porcentaje de edición de la paja ichu de 0.5%, 1.0% y 1.5% obtuvieron valores finales de 213 kg/cm^2 , 155.7 kg/cm^2 y 73.3 kg/cm^2 en el cual redujeron el valor de la resistencia en 11.51%, 35.31% y 69.55% respectivamente comparando con la muestra patrón debido a que la paja ichu fue colocada naturalmente en fibras secas.

Comparando con nuestro estudio al realizar el ensayo de resistencia a la compresión adicionando 5%, 7% y 10% de paja toquilla a los 7, 14 y 28 días de curado, las resistencias finales promedios de las muestras a los 28 días fueron 82.9 kg/cm^2 , 54.56 kg/cm^2 y 40.45 kg/cm^2 , en la cual no alcanzaron el valor de resistencia de diseño de 125 kg/cm^2 reduciendo en un 34.33%, 56.35% y 67.64%, a partir de estos resultados se puede decir que a más porcentaje de adición de la paja toquilla menor es el valor de la resistencia final esto debido a que la paja toquilla se mezcló en estado natural (fibras secas) al igual que la tesis de Atilano (2018), por otro lado debido al volumen que ocupa el material de adición en la mezcla con el agregado y cemento además de su poco peso se puede interpretar que las fibras secas de paja toquilla evitan que exista una adherencia adecuada originando un aumento de aire lo cual provoca que la mezcla no logre mejorar la resistencia de diseño.

En relación a la **implicancia** esta investigación busca ampliar los conocimientos acerca de la adición de fibras vegetales en distintas dosificaciones dado que servirá como fuente de información para futuras investigaciones el cual servirá para la comparación con los resultados que se han obtenido y además de poder elaborar un banco de datos de consulta, dado que este tipo de investigaciones en la ingeniería busca alternativas de mejorar la calidad de los materiales en sus propiedades físico-mecánicas, así mismo disminuyan la contaminación del medio ambiente con la utilización de materiales ecológicos dado que para su elaboración no genera gran cantidad de partículas y gases (monóxido y dióxido de carbono) comparado con la producción de aditivos químicos además de su costo de producción.

Dado que será precedente de una futura línea de investigación se **recomienda** adicionar menor porcentaje de paja toquilla, puesto que el material tiene una mayor densidad comparado con otras fibras de distintos materiales, además de añadir con una medida promedio entre 0.5 cm a 1.5 cm para luego triturarlos ya que en estas dimensiones tiende a tener buena adherencia

con la mezcla de mortero para dados de 5 cm de arista, además de realizar ensayos en probetas cilíndricas.

5.2. CONCLUSIONES

Se determinó que según los resultados obtenidos en los 180 dados de concreto ensayados las propiedades físico mecánicas al añadir 5%, 7% y 10% de paja toquilla en un mortero de 125 kg/cm², influyen directamente de manera significativa puesto que aumentan su valor en propiedades físicas como capacidad de absorción de agua y capilaridad dado que están relacionados al porcentaje de adición de la paja toquilla en la mezcla matriz obteniendo valores elevados a su vez esta adición reduce la resistencia de compresión de los morteros puesto que al añadir las fibras no logra superar la resistencia de la dosificación de diseño por lo cual no se debe aplicar dichos porcentajes de adición en los morteros.

Se determinó la influencia de la adición de paja toquilla en porcentajes de 5%, 7% y 10% de una dosificación de mortero de 125 kg/cm² el cual por medio de ensayos de absorción se comprobó mediante los resultados obtenidos que conforme se aumenta el porcentaje de adición de paja toquilla aumenta la capacidad de absorción del mortero llegando a tener un incremento de hasta 99.32%, 236.95% y 238.96% a los 28 días de curado respecto al mortero patrón, concluyendo de esta manera que la adición paja toquilla si influye directamente proporcional puesto que es un material que genera porosidad debido a la adherencia que tiene con el mortero.

Se determinó la influencia de la adición de paja toquilla en porcentajes de 5%, 7% y 10% de una dosificación de mortero de 125 kg/cm² el cual por medio de ensayos de capilaridad revelaron que de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla puede aumentar permeabilidad del mortero incrementando así su capilaridad lo cual se comprobó con los resultados obtenidos al tener un incremento de hasta 350.59%, 409.23% y 437.78% a los 28 días de curado respecto al mortero patrón teniendo en cuenta que los morteros a los 7 y 14 días de curado presenta más permeabilidad que los morteros a los 28 días de curado dado que los resultados son mayores , concluyendo de esta manera que la adición paja toquilla si influye directamente proporcional ya que presenta una adherencia no adecuada con la mezcla matriz debido a la densidad el material adicionado.

Se determinó la influencia de la adición de paja toquilla en porcentajes de 5%, 7% y 10% de una dosificación de mortero de 125 kg/cm^2 el cual por medio de ensayos de resistencia a la compresión se comprobó que de acuerdo al porcentaje de adición de paja toquilla puede disminuir la resistencia dado que en todos los diseños con adición de la paja toquilla teniendo como resistencias promedio finales de 82.09 kg/cm^2 , 54.56 kg/cm^2 y 40.45 kg/cm^2 dichas resistencias no llegaron a superar al mortero patrón que alcanzo una resistencia promedio de 172.11 kg/cm^2 a los 28 días de curado ni a la dosificación de diseño con lo cual dichos valores se redujeron en 34.33% , 56.35% y 67.64% en comparación con la resistencia de 125 kg/cm^2 , determinándose de esta manera que esta reducción es debido a la influencia de la adición de la paja toquilla puesto que debido al ingreso de aire en el mortero que provoca la adherencia de la paja toquilla con la mezcla ya que con la adición de distintos porcentajes de la paja toquilla la resistencia disminuye.

REFERENCIAS

- Aliaga, A. J. (2018). Evaluación de ceniza de cascarilla de arroz y tipos de agregados finos sobre la compresión, sorptividad y densidad de morteros de cemento portland Tipo I, Trujillo 2017. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13124/Aliaga%20Angulo%2C%20Agut%20ADn%20Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ángulo, V. L. (2020). Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2019. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/11537/25359>
- Arias, J., Villasís, M. A. y Miranda, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. Alegría México, 201-206. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Arriola Donis, J. M. (2009). Diseño de morteros con cementos hidráulicos para la construcción de muros con elementos de mampostería. Guatemala. Obtenido de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3077_C.pdf
- ASTM C 1585 (2013). American Society for Testing and Materials. Método de ensayo para la capilaridad: Método de prueba estándar para la medición de la tasa de absorción de agua por hormigones de cemento hidráulico
- Barrera, H., Luna, P. y Faúndez, D. 2002b. "Estudio Teórico - Experimental de las Propiedades de los Morteros de Junta para Albañilería". Memoria de Título Ingeniero Civil en Obras civiles, Universidad de Santiago de Chile
- Bavaresco, A. M. (2008). Proceso Metodológico en la Investigación. Editorial Imprenta Internacional, C.A.
- Berra, M., Carassiti, F., Mangialardi, T., Paolini, A., y Sebastiani, M. (2012). Effects of nanosilica addition on workability and compressive strength of Portland cement pastes. *Construction and Building Materials*, 35, 666-675. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061812003364>

- Borsani, M. S. (2011). Materiales ecológicos: estrategias, alcance y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de hábitats urbanos sostenibles. Universidad Politécnica de Catalunya. Obtenido de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13759/Borsani%20Mar%20Silvia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campos, G. y Lule, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Capillo, G. y Palma, L. (2020). Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas, Aucallama – 2020. Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62028>
- Gómez, G (2006). Caracterización Físico Mecánica de morteros utilizando agregado del municipio de San Cristóbal, Alta Verapaz. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2620_C.pdf
- Grajales, T. (1996). Conceptos Básicos para la Investigación Social de la Serie Textos Universitarios. Nuevo León, México: Publicaciones Universidad de Montemorelos.
- Hernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hidalgo, M. A., y Flores, C. (2015). Investigación Científica en la universidad pública peruana y su relación con el estado y empresa. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/quipu.v23i44.11632>
- INEI. (2016). Instituto Nacional de Estadística e informática. Obtenido de: <https://www.inei.gob.pe/>
- Kerlinger, F. (1985). Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento. México: Interamericana.
- Leyva, J.; Orbegoso, A. (2019). Estudio comparativo de los aditivos hidrófugos, por cristalización y bloqueadores de poros en permeabilidad de morteros de cemento tipo I. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5981>

- Mamani, M. (2021). Diseño de un mortero en albañilería confinada con adición de ceniza de stipa ichu, Cusco - 2021. Universidad César Vallejo. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66872>
- Minaya, A. (2018). Comportamiento de Mortero adicionado Harina de trigo disuelto en Agua cocida para la utilización en Albañilería con Botellas Plásticas, Nuevo Chimbote-2018. Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23755>
- Morales Domínguez, V. J., Ortiz Guzmán, M., y Alavéz Ramírez, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. Obtenido de: http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol5nu m1/mejoramiento_propiedades.pdf
- Mondragón, K. (2013). Fibras Sintéticas y Especiales. Obtenido de: <http://fibrologia.blogspot.pe/2013/04/fibras-sinteticas.html>
- Norma Técnica Peruana NTP E.070 (2019) Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú. Obtenido de: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- NTP 334.005. (2011). Norma Técnica Peruana. Peso Especifico del Cemento Hidráulico (Frasco de le Chatelier)
- NTP 334.051. (2011). Norma Técnica Peruana. Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico (Cubos 50.8 mm)
- NTP 339.187. (2013). Norma Técnica Peruana. Absorción, de acuerdo a la norma: Densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido
- NTP 400.012. (2018). Norma Técnica Peruana. Agregados. Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos.
- NTP 400.017. (2011). Norma Técnica Peruana. Agregados. Peso Unitario de los Agregados.
- NTP 400.019. (2015). Norma Técnica Peruana. Agregados. Contenido de Humedad.

- NTP 400.022. (2013). Norma Técnica Peruana. Agregados. Método de ensayo normalizado para a densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
- Ortega Andrade, F. (1994). Humedades en la Edificación. Sevilla: EDITAN, S.A
- Peña, J., & Contreras, K. (2017). Análisis De La Resistencia a La Compresión Y Permeabilidad En El Concreto Adicionando Dosificaciones De Cenizas Volantes De Carbón En La Mezcla.
- Priya, S.y Thirumalini, S. (2018). Evaluation of strength and durability of natural fibre reinforced high strength concrete with m-sand. Vellore Institute of Technology. India. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/330337381_Evaluation_of_strength_and_durability_of_natural_fibre_reinforced_high_strength_concrete_with_M-sand
- Reguant, M., y Martínez-Olmo, F. (2014). Operacionalización de conceptos/variables. Barcelona: Dipòsit Digital de la UB.
- Rodríguez del Castillo, M. A. (s. f.). La sistematización como resultado científico de la investigación educativa: ¿sistematizar la sistematización?
- Ruiz, E. (2020). Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados-Cajamarca 2018. Cajamarca. Universidad Privada del Norte. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/11537/24744>
- Salamanca, R. (2001). La tecnología de los morteros. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido en: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91101107.pdf>
- San Bartolomé, A. (2011). Construcciones de Albañilería. En Construcciones de Albañilería Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Lima: Fondo Editorial.
- Sánchez, D. (1994). Tecnología del Concreto y del Mortero. Biblioteca de la Construcción. Editorial Bhandar Editores.
- Soriano, C. (2012). Diagnóstico nacional del sector ladrillero artesanal. Red Ladrilleras. Obtenido de: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>

- Tamburini, S.; Natali, M.; Garbin, E.; Panizza, M.; Favaro, M.; Valluzzi, M.R. (2017). Geopolymer matrix for fibre reinforced composites aimed at strengthening masonry structures. *Constr. Build. Mater.*, 141, pp. 542-552. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.03.017.
- Vejmelková, E.; Koňáková, D.; Čáchová, M.; Keppert, M.; Černý, R. (2012). Effect of hydrophobization on the properties of lime–metakaolin plasters. *Constr. Build. Mater.*, 37, pp. 556-561. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2012.07.097.
- Vela, L. G. y Yovera, R. E. (2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de: https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3167/VELA_REQUEJO_LUIS_GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Viera, P.; Morillo, D.; Parion, J. (2022). Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento - arena, y cemento, cal y arena. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), 59–71. Obtenido de <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

Tabla 18

Matriz de Consistencia

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: “Influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2022”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema Principal</p> <p>¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022?</p> <p>Problema Especifico</p> <p>a.¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la absorción del mortero de cemento en Cajamarca, 2022?</p> <p>b.¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la capilaridad del mortero de cemento en Cajamarca, 2022?</p> <p>c.¿En qué medida influirá la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la resistencia a compresión de cubos del mortero de cemento en Cajamarca, 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2022.</p> <p>Objetivo Especificos</p> <p>a.Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la absorción del mortero de cemento en Cajamarca, 2022</p> <p>b.Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la capilaridad del mortero de cemento en Cajamarca, 2022</p> <p>c.Determinar la influencia de la adición al 5%, 7% y 10% de paja de toquilla en la resistencia a compresión de cubos del mortero de cemento en Cajamarca, 2022.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla mejorará las propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.</p> <p>Hipótesis Especificos</p> <p>a.La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla reducirá en un 4% en la absorción del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.</p> <p>b.La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla reducirá en un 4% en capilaridad del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.</p> <p>c.La adición al 5%, 7% y 10% de paja toquilla aumentará en un 2% la resistencia a la compresión axial del mortero de cemento de 125 Kg/cm² en Cajamarca, 2022.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento</p> <p>Variable Independiente</p> <p>Influencia de la adición de paja de toquilla</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Enfoque</p> <p>Enfoque cuantitativo.</p> <p>Diseño</p> <p>Diseño experimental</p> <p>Tipo</p> <p>Tipo descriptivo</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población</p> <p>180 cubos de mortero de cemento</p> <p>Muestra</p> <p>05 muestras por cada ensayo y edad de curado</p>

ANEXO 2: Operacionalización de Variables

Tabla 19

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Dependiente: Propiedades mecánico-físicas del mortero de cemento	En su estado endurecido el mortero presenta una serie de propiedades físico mecánicas que regulan su comportamiento estas dependen de la relación de cantidades entre sus componentes lo cual influyen en sus propiedades finales dados como la resistencia a compresión, absorción y capilaridad (Barrera y Faúndez, 2002)	La resistencia a compresión es el esfuerzo máximo que soporta un dado de mortero bajo una carga cumpliendo con las condiciones indicadas en la Norma Técnica NTP 334.051 La absorción es el cociente entre el peso de agua que absorbe y su propio peso del dado de mortero cuando está seco de acuerdo a la norma: Densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido ASTM C642 (ASTM C642,2013) La capilaridad es el resultado del peso del agua absorbida por el tiempo de exposición con el agua entre el área lateral del fleco capilar cumpliendo con el método de prueba estándar para la medición de la tasa de absorción de agua por hormigones de cemento hidráulico AST C1585	Compresión del mortero Absorción del mortero Capilaridad del mortero	Resistencia a la compresión con el 5% de adición de paja de toquilla. Resistencia a la compresión con el 7% de adición de paja de toquilla. Resistencia a la compresión con el 10% de adición de paja de toquilla. Absorción promedio del contenido de humedad con respecto a la adición de paja de toquilla al 5%. 7% y 10%
Variable Independiente: Paja de toquilla	Fibra natural (carludovica palmata) utilizada para lograr una mejora en propiedades mecánicas, como puede ser un aumento de resistencia a la compresión, entre otras propiedades según la normativa ACI 544.1R-96 normativa referente a fibras en el hormigón (Bastidas, 2021)	Es la cantidad de paja toquilla al mortero de concreto sustituyendo en porcentajes de cemento (5%,7% y 10%) en comparación a un diseño convencional de mortero.	Adición de paja de toquilla	Capilaridad promedio (gr*min/cm ²) con respecto a la adición de paja de toquilla al 5%, 7% y 10%

ANEXO 2: Cronograma de Ejecución de Actividades

Tabla 20

Cronograma de Ejecución de Actividades

Actividades Programadas 2022 - 2023	Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
1.- Revisión y selección del tema de investigación																																				
2.- Elaboración del Proyecto de Investigación																																				
3.- Aprobación del Proyecto de Investigación																																				
4.- Trabajo de Gabinete																																				
5.- Adquisición de la paja de toquilla																																				
6.- Identificación de la cantera																																				
7.- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del agregado																																				
8.- Adquisición de bolsas de Cemento Portland Tipo I																																				
9.- Elaboración del diseño de mezcla para el mortero																																				
10.- Elaboración de cubos de mortero de concreto con distintos porcentajes de paja de toquilla.																																				
11.- Ensayo de resistencia a compresión axial a los 7 días																																				
12.- Ensayo de resistencia a compresión axial a los 14 días																																				
13.- Ensayo de resistencia a compresión axial a los 28 días																																				
14.- Procesamiento y análisis de datos obtenidos																																				
15.- Procesamiento de información digital																																				
16.- Interpretación de las propiedades mecánico-físicas del mortero																																				
17.- Presentación del 50% del avance																																				
18.- Discusión e interpretación final																																				
19.- Elaboración del informa final																																				
20.- Revisión de tesis por la asesora																																				
21.- Presentación de tesis																																				
22.- Designación de Jurado																																				
23.- Revisión de tesis por el jurado																																				
24.- Sustentación de la tesis																																				

ANEXO 3

Protocolo Análisis Granulométrico de Agregados

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:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."	
CANTERA:	La Victoria	TM:	3/8"
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	TMN:	N°04
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022	M.F:	2.34
FECHA DE ENSAYO:	Lunes, 07 de Noviembre de 2022	HUSO A UTILIZAR:	Mortero
RESPONSABLES:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	F' C MORTERO:	125 kg/cm ²
	Bach. Joshua J. Vásquez Briones	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

Muestra: 1000 gr

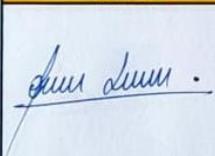
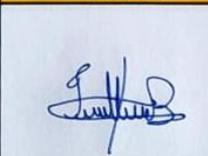
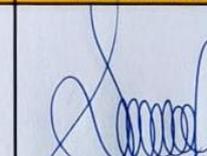
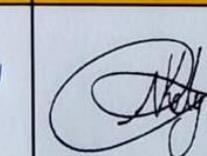
AGREGADO FINO - ARENA GRUESA NATURAL

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (GR)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Según Norma ASTM C33)	
	(PULG)	(MM)					LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
2.00	N° 4	4.75	2.00	0.20	0.20	99.80	95	100
3.00	N° 8	2.36	48.60	4.86	5.06	94.94	80	100
4.00	N° 16	1.18	164.70	16.47	21.53	78.47	50	85
5.00	N° 30	0.60	205.20	20.52	42.05	57.95	25	60
6.00	N° 50	0.30	296.40	29.64	71.69	28.31	10	30
7.00	N° 100	0.15	213.10	21.31	93.00	7.00	2	10
8.00	N° 200	0.08	57.20	5.72	98.72	1.28	0	3
9.00	Bandeja	0.00	12.80	1.28	100.00	0.00	-	-
Total			1000.00					

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar.

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 4

Protocolo Contenido de Humedad con 0% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019			
	TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca		% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino		RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
FECHA DE ENSAYO:	Martes, 08 de Noviembre de 2022	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		

Temperatura de Secado

110 °C

Método

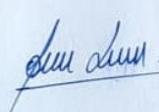
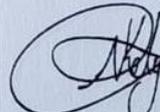
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-01	M-02	M-03
B	Peso del Recipiente	gr	78.40	79.30	77.20
C	Recipiente + Material Natural	gr	598.40	629.30	607.20
D	Recipiente + Material Seco	gr	587.90	618.80	595.50
E	Peso del material húmedo (W _{mh}) = C - B	gr	520.00	550.00	530.00
F	Peso del material Seco (W _s) = D - B	gr	509.50	539.50	518.30
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	2.06%	1.95%	2.26%
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.09%		

$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s}$$

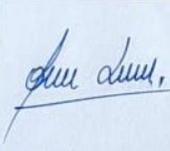
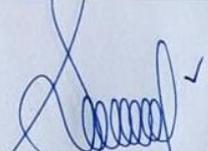
Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

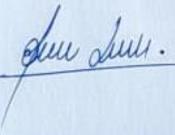
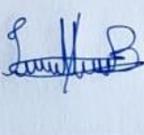
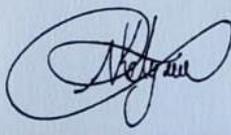
ANEXO 5

Protocolo Contenido de Humedad con 5% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	PROTOCOLO				
	CONTENIDO DE HUMEDAD				
	NORMA: MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019				
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."					
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca			% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022				
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 17 de Noviembre de 2022			REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>		
110 °C			Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-01	M-02	M-03
B	Peso del Recipiente	gr	75.70	88.10	85.70
C	Recipiente + Material Natural	gr	595.70	628.10	645.70
D	Recipiente + Material Seco	gr	588.20	620.50	637.50
E	Peso del material húmedo (W _{mh}) = C - B	gr	500.00	500.00	500.00
F	Peso del material Seco (W _s) = D - B	gr	512.50	532.40	551.80
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	1.46%	1.43%	1.49%
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	1.46%		
$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_r}{W_s}$					
Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	
					
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara		NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones		NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	
FECHA: 21/11/2022		FECHA: 21/11/2022		FECHA: 21/11/2022	
					
				NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
				FECHA: 21/11/2022	

ANEXO 6

Protocolo Contenido de Humedad con 7% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019			
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."				
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca			% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	Viernes, 18 de Noviembre de 2022				
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>		
110 °C			Horno 110 ± 5 °C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-01	M-02	M-03
B	Peso del Recipiente	gr	73.20	66.10	74.40
C	Recipiente + Material Natural	gr	573.20	566.10	574.40
D	Recipiente + Material Seco	gr	564.60	556.60	566.70
E	Peso del material húmedo (W _{mh}) = C - B	gr	500.00	500.00	500.00
F	Peso del material Seco (W _s) = D - B	gr	491.40	490.50	492.30
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	1.75%	1.94%	1.56%
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	1.75%		
$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s}$					
Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
					
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez		
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022		

ANEXO 7

Protocolo Contenido de Humedad con 10% de Paja Toquilla

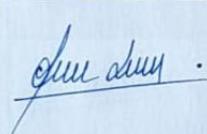
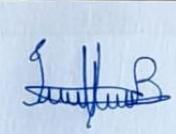
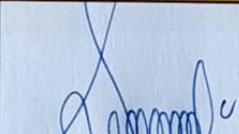
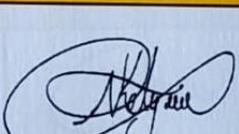
	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD				
	NORMA: MTC E 207 / ASTM C131 / NTP 400.019				
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."					
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca		% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino		RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022		REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
FECHA DE ENSAYO:	Viernes, 18 de Noviembre de 2022				

<u>Temperatura de Secado</u>	<u>Método</u>
110 °C	Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara	-	M-01	M-02	M-03
B	Peso del Recipiente	gr	157.50	161.10	80.50
C	Recipiente + Material Natural	gr	657.50	661.10	580.50
D	Recipiente + Material Seco	gr	646.70	649.80	570.30
E	Peso del material húmedo (W _{mh}) = C - B	gr	500.00	500.00	500.00
F	Peso del material Seco (W _s) = D - B	gr	489.20	488.70	489.80
W%	Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100	%	2.21%	2.31%	2.08%
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.20%		

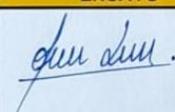
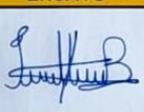
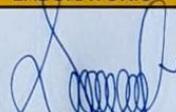
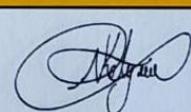
$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s}$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

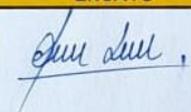
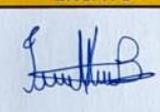
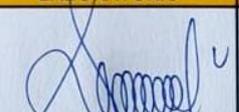
ANEXO 8

Protocolo Peso Unitario de los Agregados con 0% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE							
PROTOCOLO							
ENSAYO:		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
NORMA:		MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017					
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."					
CANtera:	La Victoria	UBICACIÓN:	Jesús – Cajamarca	TIPO DE CANtera:	Río		
TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			F'c MORTERO:	125 kg/cm ²		
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			% ADICIÓN:	0% Paja Toquilla		
FECHA DE ENSAYO:	Martes, 08 de Noviembre de 2022			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara		
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez				Bach. Joshua J. Vásquez Briones		
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO							
AGREGADO FINO				TAMAÑO MÁX. NOMINAL	---	VOLUMEN MOLDE	0.009 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	21.20	21.24	21.26	21.23	
B	Peso del Molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	16.42	16.46	16.48	16.45	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³	1824.44	1828.89	1831.11	1828.15	
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	19.96	20.06	20.12	20.05	
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg	15.18	15.28	15.34	15.27	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³	1686.67	1697.78	1704.44	1696.30	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO							
AGREGADO GRUESO				TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg					
B	Peso del Molde	Kg					
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³					
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg					
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg					
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³					
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
							
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara		NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones		NOMBRE: Ing. César Valdeza Chávez		NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
FECHA: 21/11/2022		FECHA: 21/11/2022		FECHA: 21/11/2022		FECHA: 21/11/2022	

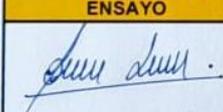
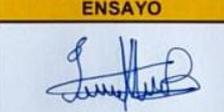
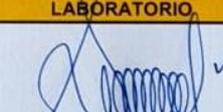
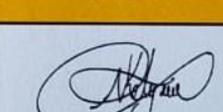
ANEXO 9

Protocolo Peso Unitario de los Agregados con 5% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
NORMA:		MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017				
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."				
CANTERA:	La Victoria	UBICACIÓN:	Jesús – Cajamarca	TIPO DE CANTERA:	Río	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			F' C MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			% ADICIÓN:	5% Paja Toquilla	
FECHA DE ENSAYO:	Martes, 15 de Noviembre de 2022			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez				Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	---	VOLUMEN MOLDE		0.009 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	16.66	16.56	16.80	16.67
B	Peso del Molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	11.88	11.78	12.02	11.89
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³	1320.00	1308.89	1335.56	1321.48
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	15.76	15.62	15.86	15.75
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg	10.98	10.84	11.08	10.97
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³	1220.00	1204.44	1231.11	1218.52
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL			VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg				
B	Peso del Molde	Kg				
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³				
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg				
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³				
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
						
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez			
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022			

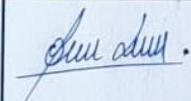
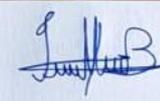
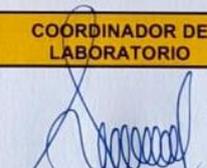
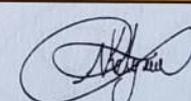
ANEXO 10

Protocolo Peso Unitario de los Agregados con 7% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS						
NORMA: MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017						
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."						
CANTERA:	La Victoria	UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	TIPO DE CANTERA:	Río	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			F' C MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			% ADICIÓN:	7% Paja Toquilla	
FECHA DE ENSAYO:	Martes, 15 de Noviembre de 2022			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez				Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		0.009 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	16.36	16.18	16.38	16.31
B	Peso del Molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	11.58	11.40	11.60	11.53
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³	1286.67	1266.67	1288.89	1280.74
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	14.96	15.02	15.22	15.07
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg	10.18	10.24	10.44	10.29
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³	1131.11	1137.78	1160.00	1142.96
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg				
B	Peso del Molde	Kg				
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³				
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg				
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³				
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
						
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez			
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022			

ANEXO 11

Protocolo Peso Unitario de los Agregados con 10% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE						
PROTOCOLO						
PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS						
NORMA: MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017						
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."						
CANTERA:	La Victoria	UBICACIÓN:	Jesús – Cajamarca	TIPO DE CANTERA:	Rio	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			F' C MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022			% ADICIÓN:	10% Paja Toquilla	
FECHA DE ENSAYO:	Martes, 15 de Noviembre de 2022			RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez				Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		0.009 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	14.74	14.94	14.06	14.58
B	Peso del Molde	Kg	4.78	4.78	4.78	4.78
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg	9.96	10.16	9.28	9.80
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³	1106.67	1128.89	1031.11	1088.89
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	13.20	12.84	13.22	13.09
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg	8.42	8.06	8.44	8.31
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³	935.56	895.56	937.78	922.96
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE		
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg				
B	Peso del Molde	Kg				
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	Kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO, D = C / Vol. Molde	Kg/m ³				
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg				
F	Peso del AF Compactado, F = E - B	Kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m ³				
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
						
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdara Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez			
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022			

ANEXO 12

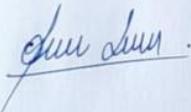
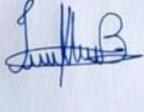
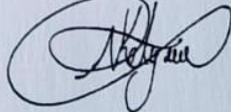
Protocolo Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos con 0% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS		
NORMA:	MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
CANTERA:	La Victoria	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022	% ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
FECHA DE ENSAYO:	Miércoles, 09 de Noviembre de 2022	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr	475.10	476.04	473.80	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr	1287.60	1287.60	1287.60	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr	1591.70	1591.90	1591.00	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr	500.00	500.00	500.00	N.A
E	Peso Específico Aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.43	2.43	2.41	2.42
F	Peso Específico Aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.55	2.55	2.54	2.55
G	Peso Específico Nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.78	2.77	2.78	2.78
H	Absorción $P. e. a (seco) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	5.24%	5.03%	5.53%	5.27%

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 13

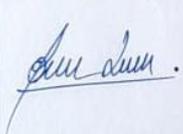
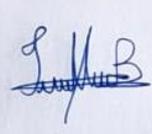
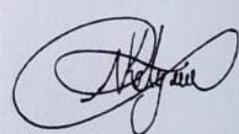
Protocolo Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos con 5% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS		
NORMA:	MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
CANTERA:	La Victoria	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022	% ADICIÓN:	5% Paja Toquilla
FECHA DE ENSAYO:	Miércoles, 16 de Noviembre de 2022	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr	467.02	466.80	466.10	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr	1305.50	1305.50	1305.50	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr	1584.20	1584.60	1584.00	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr	500.00	500.00	500.00	N.A
E	Peso Específico Aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.11	2.11	2.10	2.11
F	Peso Específico Aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.26	2.26	2.26	2.26
G	Peso Específico Nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.48	2.49	2.48	2.48
H	Absorción $P. e. a (seco) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	7.06%	7.11%	7.27%	7.15%

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valpéra Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 14

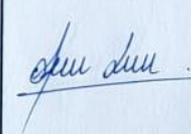
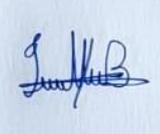
Protocolo Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos con 7% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS				
NORMA:		MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022				
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."				
CANTERA:	La Victoria	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C MORTERO:	125 kg/cm ²			
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022	% ADICIÓN:	7% Paja Toquilla			
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 17 de Noviembre de 2022	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara			
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		Bach. Joshua J. Vásquez Briones			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr	459.32	457.40	458.90	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr	1305.50	1305.50	1305.50	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr	1575.00	1575.90	1575.50	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr	500.00	500.00	500.00	N.A
E	Peso Específico Aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	1.99	1.99	2.00	1.99
F	Peso Específico Aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.17	2.18	2.17	2.17
G	Peso Específico Nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.42	2.45	2.43	2.43
H	Absorción $P. e. a (seco) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	8.86%	9.31%	8.96%	9.04%

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 15

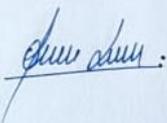
Protocolo Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos con 10% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS					
NORMA:	MTC E 205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."					
CANTERA:	La Victoria	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino			
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C MORTERO:	125 kg/cm ²			
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 03 de Noviembre de 2022	% ADICIÓN:	10% Paja Toquilla			
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 17 de Noviembre de 2022	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara			
REVISADO POR:	Ing. Kely E. Nuñez Vásquez		Bach. Joshua J. Vásquez Briones			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr	445.60	445.40	445.70	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr	1305.50	1305.50	1305.50	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr	1572.40	1572.30	1572.00	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr	500.00	500.00	500.00	N.A
E	Peso Específico Aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	1.91	1.91	1.91	1.91
F	Peso Específico Aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.15	2.14	2.14	2.14
G	Peso Específico Nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.49	2.49	2.49	2.49
H	Absorción $P. e. a (seco) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	12.21%	12.26%	12.18%	12.22%

N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Nuñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 16

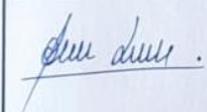
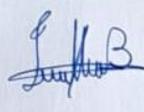
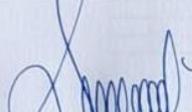
Protocolo Peso Específico del Cemento Hidráulico (Frasco de le Chatelier)

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROCOLO					
ENSAYO:		PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO HIDRÁULICO (FRASCO DE LE CHATELIER)			
NORMA:		MTC E610 / ASTM C188 / NTP 334.005			
TESIS:		“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022.”			
TIPO DE CEMENTO:	Cemento Portland Tipo ICo	MUESTRA N°:	Muestra 1 – Muestra 2 – Muestra 3		
LÍQUIDO UTILIZADO:	KEROSENE	N° DE FRASCO:	Único		
	NAFTA		X		
FECHA DE MUESTREO:	Jueves, 10 de Noviembre de 2022	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones		
FECHA DE ENSAYO:	Jueves, 10 de Noviembre de 2022	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		

PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO HIDRÁULICO (FRASCO DE LE CHATELIER)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de cemento utilizado (gr)	gr	64.00	64.00	64.00
B	Volumen Inicial (cm ³)	cm ³	0.00	0.00	0.00
C	Volumen Final (cm ³)	cm ³	20.80	21.00	20.90
D	Volumen Desplazado, $D = C - B$	cm ³	20.80	21.00	20.90
E	Peso Específico del Cemento Hidráulico (gr/cm ³) $E = A / D$	gr/cm ³	3.08	3.05	3.06
F	Peso Específico del agua a 4°C	gr/cm ³	1.00	1.00	1.00
G	Peso Específico Relativo del Cemento $G = E / F$	-	3.08	3.05	3.06
H	Temperatura del Ensayo (°C)	°C	19.80	20.20	20.10
I	Peso Específico Promedio del Cemento (gr/cm ³) $I = (E1 + E2 + \dots + En) / n$	gr/cm ³	3.06		

RANGO ACEPTABLE DEL PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	
TIPO DE CEMENTO	PESO ESPECÍFICO
CEMENTO NORMAL	3.10 gr/cm ³ – 3.15 gr/cm ³
CEMENTO ADICIONADO	3.00 gr/cm ³ – 3.10 gr/cm ³

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

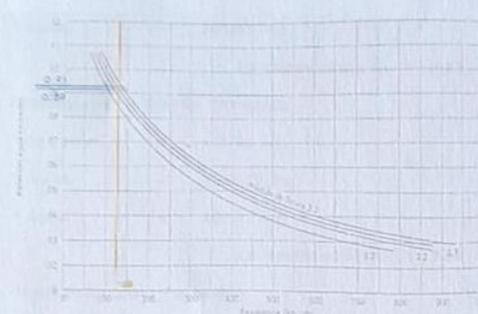
ANEXO 17

Dosificación de Materiales para el Diseño de Mezcla de Mortero con 0% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
COLOR DE MATERIAL:	Gris	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
FECHA DE ENSAYO:	Sábado, 19 de Noviembre de 2022		REVISADO POR:

DESCRIPCIÓN	UND	RESULTADO
Peso Específico del Cemento (γ_c)	gr/cm ³	3.06
Gravedad Específica de la Arena (γ_s)	gr/cm ³	2.42
Resistencia del Mortero (f'm)	kg/cm ²	125
Módulo de finura (M.F)	-	2.34
Contenido de Humedad (W%)	%	2.09
Absorción (Abs%)	%	5.27
Consistencia plástica (110%) Agregado fino de río		

1. Determinación de la relación Agua/Cemento: Mediante el cuadro de A/C vs Resistencia (Agregado de forma redondeada y lisa)



Interpolación:

2.7	0.91
2.34	x
2.2	0.89

$$\frac{2.20 - 2.70}{2.20 - 2.34} = \frac{0.89 - 0.91}{0.89 - x}$$

$$\frac{-0.50}{-0.14} = \frac{-0.02}{0.89 - x}$$

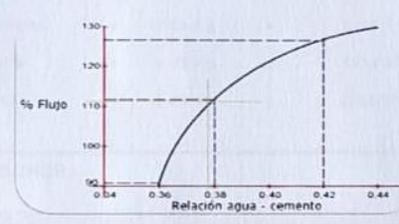
$$-0.445 + 0.50x = 0.0027$$

$$0.50x = 0.4477$$

$$x = 0.895$$

La relación Agua/Cemento es: 0.895

2. Determinación de K:



El valor de K = a/c = 0.3775

3. Calcular el valor "b"

Consistencia	Módulo de Finura	Área de granos reducidos y base	Área de granos expandidos y base
Seca (90%)	1.7	0.3209	0.3515
	2.2	0.3118	0.3428
	2.7	0.2772	0.2930
Plástica (110%)	1.7	0.2394	0.2494
	2.2	0.3552	0.3228
	2.7	0.2734	0.2871
Fluida (130%)	1.7	0.2368	0.2477
	2.2	0.3172	0.3316
	2.7	0.2927	0.3003

Interpolación:

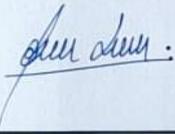
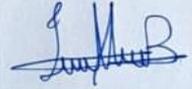
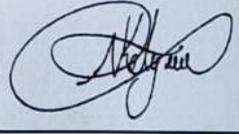
2.20	0.3033
2.34	x
2.70	0.2734

$$\frac{2.70 - 2.20}{2.70 - 2.34} = \frac{0.27 - 0.30}{0.27 - x}$$

$$\frac{0.50}{0.36} = \frac{-0.03}{0.27 - x}$$

$$0.1367 - 0.50x = -0.0109$$

	- 0.50 x = -0.1478
	x = 0.295
El valor "b" es: 0.295	
4. Calcular "n"	
$n = \frac{(\ln(A/C) - \ln(k))}{b}$	
$n = 2.926$	
El valor "n" es: 2.926	
5. Dosificación de Diseño	
$\text{Cemento} = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_c} + \frac{n}{\gamma_{ar}} + A/C} \cdot 100 = \frac{1}{\frac{1}{3.06} + \frac{2.93}{2.42} + 0.895} \cdot 1000$	
* Cemento = 411.58 Kg	
* Arena = Cemento * n = 411.58 * 2.926	
* Arena = 1204.18 Kg	
* Agua = Cemento * A/C = 411.58 * 0.895	
* Agua = 368.53 Kg	
La dosificación es: 1 : 2.93 : 36.85 lts/bis	
6. Dosificación de Diseño Corregida	
* Cemento = 411.58 Kg	
* Arena = 1229.32 Kg	
* Agua = 406.82 Kg	
La dosificación es: 1 : 2.99 : 40.68 lts/bis	
7. Dosificación para Probetas	
Probetas 45	
Volumen 0.00563 m ³	
10% extra	
* Cemento = 2.32 Kg = 2315.11 gr = 2.55 Kg 2546.63 gr	
* Arena = 6.91 Kg = 6914.93 gr = 7.61 Kg 7606.42 gr	
* Agua = 2.29 lts = 2288.37 ml = 2.52 lts 2517.20 ml	

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

ANEXO 18

Dosificación de Materiales para el Diseño de Mezcla de Mortero con 5% de Paja Toquilla



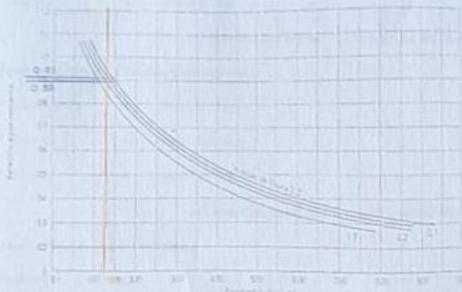
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO			
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río	
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino		% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla
COLOR DE MATERIAL:	Gris	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
FECHA DE ENSAYO:	Sábado, 19 de Noviembre de 2022	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	

DESCRIPCIÓN	UND	RESULTADO
Peso Especifico del Cemento (Y _c)	gr/cm ³	3.06
Gravedad Especifica de la Arena (Y _a)	gr/cm ³	2.11
Resistencia del Mortero (f _m)	kg/cm ²	125
Módulo de finura (M.F)	-	2.34
Contenido de Humedad (W%)	%	1.46
Absorción (Abs%)	%	7.15
Consistencia plástica (110%)		
Agregado fino de río		

1. Determinación de la relación Agua/Cemento: Mediante el cuadro de A/C vs Resistencia (Agregado de forma redondeada y lisa)



Interpolación:

2.7	0.91
2.34	x
2.2	0.89

$$\frac{2.20 - 2.70}{2.20 - 2.34} = \frac{0.89 - 0.91}{0.89 - x}$$

$$\frac{-0.50}{-0.14} = \frac{-0.02}{0.89 - x}$$

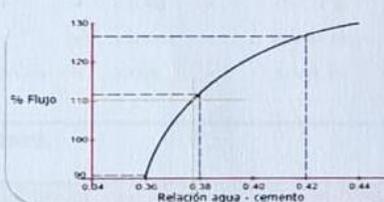
$$-0.445 + 0.50x = 0.0027$$

$$0.50x = 0.4477$$

$$x = 0.895$$

La relación Agua/Cemento es: 0.895

2. Determinación de K:



El valor de K = a/c = 0.3775

3. Calcular el valor "b"

Consistencia	Módulo de finura	Área de grano menor y base	Área de grano superior y agua
Seca (90%)	1.7	0.299	0.201
	2.2	0.3115	0.328
	2.7	0.272	0.250
	3.2	0.254	0.266
Plástica (110%)	1.7	0.3342	0.328
	2.2	0.3033	0.2547
	2.7	0.2734	0.2579
	3.2	0.2365	0.2471
Fluda (130%)	1.7	0.3172	0.2214
	2.2	0.2927	0.3053
	2.7	0.2507	0.2549
	3.2	0.2107	0.2529

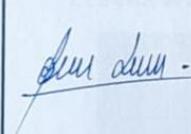
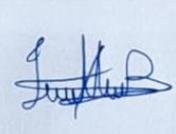
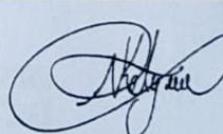
Interpolación:

2.20	0.3033
2.34	x
2.70	0.2734

$$\frac{2.70 - 2.20}{2.70 - 2.34} = \frac{0.27 - 0.30}{0.27 - x}$$

$$\frac{0.50}{0.36} = \frac{-0.03}{0.27 - x}$$

	0.1367 - 0.50 x = -0.0109																				
	- 0.50 x = -0.1476																				
	x = 0.295																				
El valor "b" es: 0.295																					
4. Calcular "n"																					
$n = \frac{(\ln(A/C) - \ln(k))/b}{}$																					
n = 2.926																					
El valor "n" es: 2.926																					
5. Dosificación de Diseño																					
$* \text{Cemento} = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_c} + \frac{n}{\gamma_{ar}} + A/C} \cdot 100 = \frac{1}{\frac{1}{3.06} + \frac{2.93}{2.11} + 0.895} \cdot 1000$																					
* Cemento = 383.28 Kg																					
* Arena = Cemento * n = 383.28 * 2.926																					
* Arena = 1121.38 Kg																					
* Agua = Cemento * A/C = 383.28 * 0.895																					
* Agua = 343.19 Kg																					
La dosificación es: 1 : 2.93 : 36.85 lts/bis																					
6. Dosificación de Diseño Corregida																					
* Cemento = 383.28 Kg																					
* Arena = 1121.38 Kg																					
* Agua = 407.00 Kg																					
La dosificación es: 1 : 2.99 : 40.68 lts/bis																					
7. Dosificación para Probetas																					
Probetas 45																					
Volumen 0.00563 m ³																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>* Cemento</td> <td>= 2.16 Kg</td> <td>= 2155.94 gr</td> <td>= 2.37 Kg</td> <td>2371.54 gr</td> </tr> <tr> <td>* Arena</td> <td>= 6.31 Kg</td> <td>= 6307.78 gr</td> <td>= 6.94 Kg</td> <td>6938.56 gr</td> </tr> <tr> <td>* Agua</td> <td>= 2.29 lts</td> <td>= 2289.37 ml</td> <td>= 2.52 Kg</td> <td>2518.31 gr</td> </tr> <tr> <td>* Paja Toquilla</td> <td>= 0.32 lts</td> <td>= 315.39 ml</td> <td>= 0.35 Kg</td> <td>346.93 gr</td> </tr> </table>		* Cemento	= 2.16 Kg	= 2155.94 gr	= 2.37 Kg	2371.54 gr	* Arena	= 6.31 Kg	= 6307.78 gr	= 6.94 Kg	6938.56 gr	* Agua	= 2.29 lts	= 2289.37 ml	= 2.52 Kg	2518.31 gr	* Paja Toquilla	= 0.32 lts	= 315.39 ml	= 0.35 Kg	346.93 gr
* Cemento	= 2.16 Kg	= 2155.94 gr	= 2.37 Kg	2371.54 gr																	
* Arena	= 6.31 Kg	= 6307.78 gr	= 6.94 Kg	6938.56 gr																	
* Agua	= 2.29 lts	= 2289.37 ml	= 2.52 Kg	2518.31 gr																	
* Paja Toquilla	= 0.32 lts	= 315.39 ml	= 0.35 Kg	346.93 gr																	
10% extra																					

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

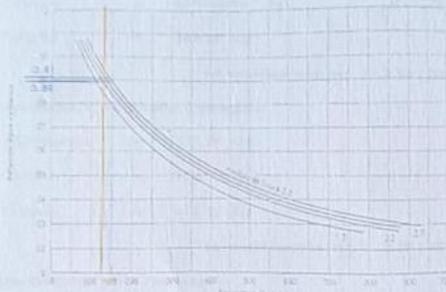
ANEXO 19

Dosificación de Materiales para el Diseño de Mezcla de Mortero con 7% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla
COLOR DE MATERIAL:	Gris	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
FECHA DE ENSAYO:	Sábado, 19 de Noviembre de 2022	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

DESCRIPCIÓN	UND	RESULTADO
Peso Específico del Cemento (γ _c)	gr/cm ³	3.06
Gravedad Específica de la Arena (γ _a)	gr/cm ³	1.99
Resistencia del Mortero (f _m)	kg/cm ²	125
Módulo de finura (M.F)	-	2.34
Contenido de Humedad (W%)	%	1.75
Absorción (Abs%)	%	9.04
Consistencia plástica (110%)		
Agregado fino de río		

1. Determinación de la relación Agua/Cemento: Mediante el cuadro de A/C vs Resistencia (Agregado de forma redondeada y lisa)



Interpolación:

2.7	0.91
2.34	x
2.2	0.89

$$\frac{2.20 - 2.70}{2.20 - 2.34} = \frac{0.89 - 0.91}{0.89 - x}$$

$$\frac{-0.50}{-0.14} = \frac{-0.02}{0.89 - x}$$

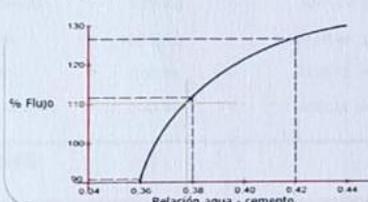
$$-0.445 + 0.50x = 0.0027$$

$$0.50x = 0.4477$$

$$x = 0.895$$

La relación Agua / Cemento es: 0.895

2. Determinación de K:



El valor de K = a/c = 0.3775

3. Calcular el valor "b"

Consistencia	Módulo de Finura	Área de granos redondeados y lisos (A.G.)	
		Área de granos redondeados y lisos	Área de granos angulosos y rugosos
Seca (90%)	1.7	0.3095	0.2615
	2.2	0.3116	0.2628
	2.7	0.2772	0.2930
Plástica (110%)	1.7	0.2941	0.2616
	2.2	0.3033	0.2641
	2.7	0.2734	0.2879
Plástica (130%)	1.7	0.2668	0.2677
	2.2	0.3172	0.3216
	2.7	0.2997	0.3063

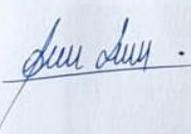
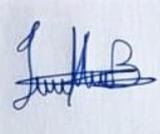
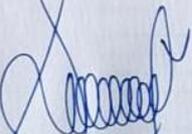
Interpolación:

2.20	0.3033
2.34	x
2.70	0.2734

$$\frac{2.70 - 2.20}{2.70 - 2.34} = \frac{0.27 - 0.30}{0.27 - x}$$

$$\frac{0.50}{0.36} = \frac{-0.03}{0.27 - x}$$

	0.1367 - 0.50 x = -0.0109
	- 0.50 x = -0.1476
	x = 0.295
El valor "b" es: 0.295	
4. Calcular "n"	
$n = \frac{(\ln(A/C) - \ln(k))}{b}$	
n = 2.926	
El valor "n" es: 2.926	
5. Dosificación de Diseño	
$\text{* Cemento} = \frac{1}{\frac{1}{y_c} + \frac{n}{y_{ar}} + A/C} \cdot 100 = \frac{1}{\frac{1}{3.06} + \frac{2.93}{1.99} + 0.895} \cdot 1000$	
* Cemento = 371.79 Kg	
* Arena = Cemento * n = 371.79 * 2.926	
* Arena = 1087.76 Kg	
* Agua = Cemento * A/C = 371.79 * 0.895	
* Agua = 332.90 Kg	
La dosificación es: 1 : 2.93 : 36.85 lts/bis	
6. Dosificación de Diseño Corregida	
* Cemento = 371.79 Kg	
* Arena = 1087.76 Kg	
* Agua = 412.22 Kg	
La dosificación es: 1 : 2.99 : 40.68 lts/bis	
7. Dosificación para Probetas	
Probetas 45	
Volumen 0.00563 m ³	
10% extra	
* Cemento = 2.09 Kg = 2091.29 gr = 2.30 Kg 2300.42 gr	
* Arena = 6.12 Kg = 6118.64 gr = 6.73 Kg 6730.50 gr	
* Agua = 2.32 lts = 2318.72 ml = 2.55 Kg 2550.60 gr	
* Paja Toquilla = 0.43 lts = 428.30 ml = 0.47 Kg 471.14 gr	

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

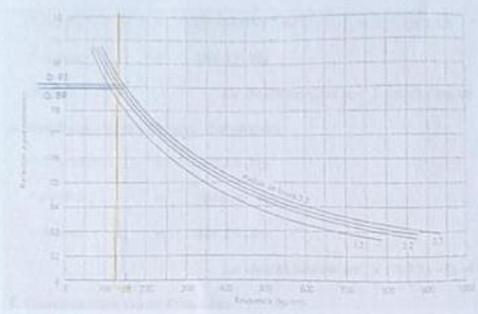
ANEXO 20

Dosificación de Materiales para el Diseño de Mezcla de Mortero con 10% de Paja Toquilla

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
CANTERA:	La Victoria	MUESTRA:	Río
UBICACIÓN:	Jesús - Cajamarca	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla
COLOR DE MATERIAL:	Gris	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
FECHA DE ENSAYO:	Sábado, 19 de Noviembre de 2022	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

DESCRIPCIÓN	UND	RESULTADO
Peso Específico del Cemento (Y _c)	gr/cm ³	3.06
Gravedad Específica de la Arena (γ _s)	gr/cm ³	1.91
Resistencia del Mortero (f'm)	kg/cm ²	125
Módulo de finura (M.F)	-	2.34
Contenido de Humedad (W%)	%	2.20
Absorción (Abi%)	%	12.22
Consistencia plástica (110%)		
Agregado fino de río		

1. Determinación de la relación Agua/Cemento: Mediante el cuadro de A/C vs Resistencia (Agregado de forma redondeada y lisa)



Interpolación:

2.7	0.91
2.34	x
2.2	0.89

$$\frac{2.20 - 2.70}{2.20 - 2.34} = \frac{0.89 - 0.91}{0.89 - x}$$

$$\frac{-0.50}{-0.14} = \frac{-0.02}{0.89 - x}$$

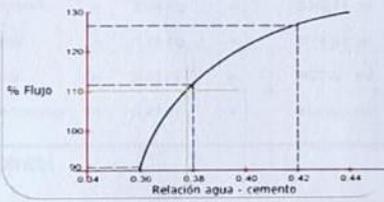
$$-0.445 + 0.50x = 0.0027$$

$$0.50x = 0.4477$$

$$x = 0.895$$

La relación Agua/Cemento es: 0.895

2. Determinación de K:



El valor de K = a/c = 0.3775

3. Calcular el valor "b"

Consistencia	Módulo de Finura	Área de gruesa redondeada y lisa	Área de gruesa esparto y lapa
Seca (90%)	1.7	0.320	0.201
	2.2	0.3110	0.202
	2.7	0.2772	0.203
Plástica (110%)	1.7	0.2994	0.204
	2.2	0.332	0.205
	2.7	0.3333	0.206
Húmeda (130%)	1.7	0.2734	0.207
	2.2	0.2368	0.208
	2.7	0.3172	0.209

Interpolación:

2.20	0.3033
2.34	x
2.70	0.2734

$$\frac{2.70 - 2.20}{2.70 - 2.34} = \frac{0.27 - 0.30}{0.27 - x}$$

$$\frac{0.50}{0.36} = \frac{-0.03}{0.27 - x}$$

$0.1367 - 0.50x = -0.0109$
 $- 0.50x = -0.1476$
 $x = 0.295$

El valor "b" es: 0.295

4. Calcular "n"

$$n = \frac{(\ln(A/C) - \ln(k))}{b}$$

$$n = 2.926$$

El valor "n" es: 2.926

5. Dosificación de Diseño

* Cemento = $\frac{1}{\frac{1}{Y_c} + \frac{n}{Y_{ar}} + A/C} \cdot 100 = \frac{1}{\frac{1}{3.06} + \frac{2.93}{1.91} + 0.895} \cdot 1000$

* Cemento = **363.15 Kg**

* Arena = Cemento * n = 363.15 * 2.926

* Arena = **1062.49 Kg**

* Agua = Cemento * A/C = 363.15 * 0.895

* Agua = **325.17 Kg**

La dosificación es: 1 : 2.93 : 36.85 lts/bis

6. Dosificación de Diseño Corregida

* Cemento = 363.15 Kg

* Arena = 1062.49 Kg

* Agua = 431.59 Kg

La dosificación es: 1 : 2.99 : 40.68 lts/bis

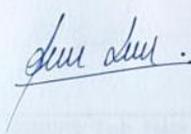
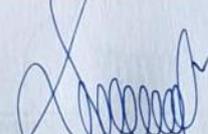
7. Dosificación para Probetas

Probetas: 45
Volumen: 0.00563 m³

* Cemento	= 2.04 Kg	= 2042.71 gr	= 2.25 Kg	2246.98 gr
* Arena	= 5.98 Kg	= 5976.51 gr	= 6.57 Kg	6574.16 gr
* Agua	= 2.43 lts	= 2427.67 ml	= 2.67 Kg	2670.43 gr
* Paja Toquilla	= 0.42 lts	= 418.36 ml	= 0.46 Kg	460.19 gr

10% extra

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valderrama Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022	FECHA: 21/11/2022

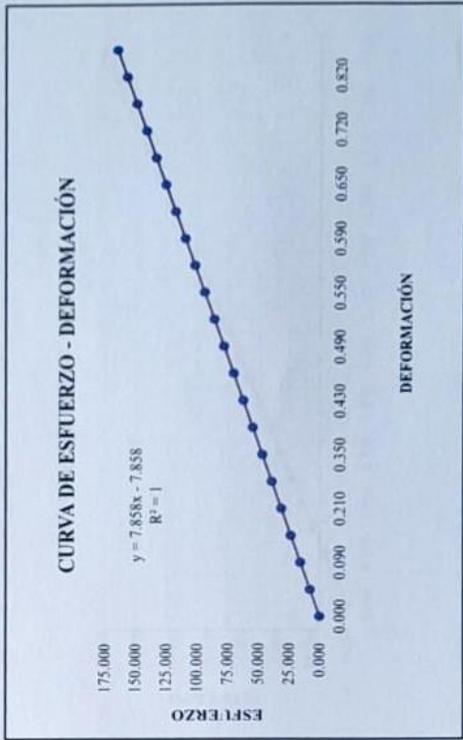
ANEXO 21

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 0% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 01

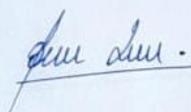
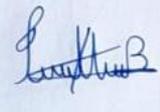
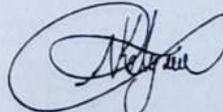
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 01	ÁREA PROM. (cm ²):	25.45 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
ANCHO PROM. (cm):	5.03 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
LARGO PRO. (cm):	5.06 cm		

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	200	0.080	7.858	0.002
3	400	0.090	15.716	0.002
4	600	0.130	23.574	0.003
5	800	0.210	31.432	0.004
6	1000	0.290	39.290	0.006
7	1200	0.350	47.148	0.007
8	1400	0.390	55.006	0.008
9	1600	0.430	62.864	0.009
10	1800	0.460	70.722	0.009
11	2000	0.490	78.580	0.010
12	2200	0.520	86.438	0.010
13	2400	0.550	94.296	0.011
14	2600	0.570	102.154	0.011
15	2800	0.590	110.012	0.012
16	3000	0.620	117.870	0.012
17	3200	0.650	125.728	0.013
18	3400	0.690	133.586	0.014
19	3600	0.720	141.444	0.014
20	3800	0.770	149.302	0.015
21	4000	0.820	157.160	0.016
22	4200	0.840	165.018	0.017

CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



$y = 7.858x - 7.858$
 $R^2 = 1$

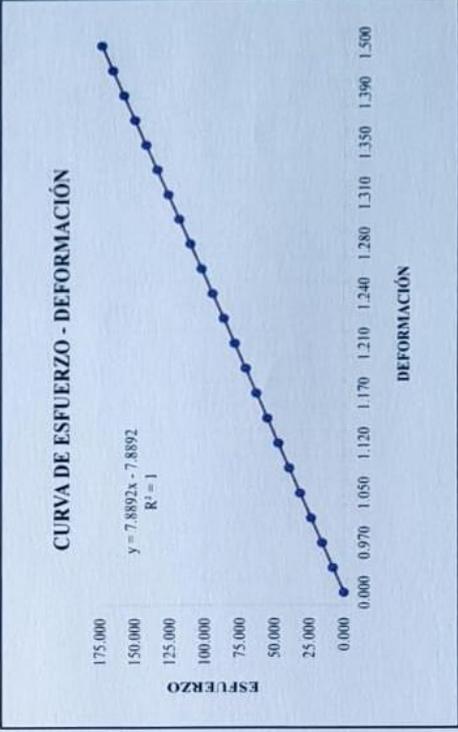
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 22

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 0% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 02

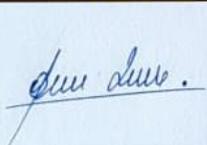
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 02	ÁREA PROM. (cm):	25.35 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
ANCHO PROM. (cm):	5.03 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
LARGO PRO. (cm):	5.04 cm		

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	200	0.860	7.889	0.017
3	400	0.970	15.778	0.019
4	600	1.020	23.668	0.020
5	800	1.050	31.557	0.021
6	1000	1.090	39.446	0.022
7	1200	1.120	47.335	0.022
8	1400	1.140	55.224	0.023
9	1600	1.170	63.113	0.023
10	1800	1.190	71.003	0.024
11	2000	1.210	78.892	0.024
12	2200	1.230	86.781	0.025
13	2400	1.240	94.670	0.025
14	2600	1.260	102.559	0.025
15	2800	1.280	110.448	0.025
16	3000	1.300	118.338	0.026
17	3200	1.310	126.227	0.026
18	3400	1.330	134.116	0.026
19	3600	1.350	142.005	0.027
20	3800	1.370	149.894	0.027
21	4000	1.390	157.783	0.028
22	4200	1.420	165.673	0.028
23	4400	1.500	173.562	0.030



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 7.8892x - 7.8892$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

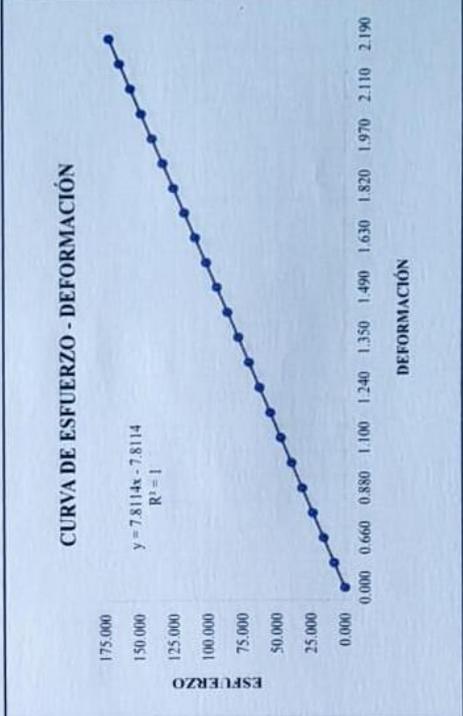
ANEXO 23

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 0% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 03

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO: COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
		NORMA: MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
		TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 03	ÁREA PROM. (cm):	25.60 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
ANCHO PROM. (cm):	5.05 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
LARGO PRO. (cm):	5.07 cm			

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	200	0.540	7.811	0.011
3	400	0.660	15.623	0.013
4	600	0.770	23.434	0.015
5	800	0.880	31.246	0.018
6	1000	1.000	39.057	0.020
7	1200	1.100	46.869	0.022
8	1400	1.170	54.680	0.023
9	1600	1.240	62.491	0.025
10	1800	1.290	70.303	0.026
11	2000	1.350	78.114	0.027
12	2200	1.420	85.926	0.028
13	2400	1.490	93.737	0.030
14	2600	1.560	101.549	0.031
15	2800	1.630	109.360	0.032
16	3000	1.720	117.171	0.034
17	3200	1.820	124.983	0.036
18	3400	1.900	132.794	0.038
19	3600	1.970	140.606	0.039
20	3800	2.030	148.417	0.040
21	4000	2.110	156.229	0.042
22	4200	2.180	164.040	0.043
23	4400	2.190	171.852	0.044

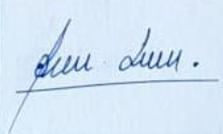
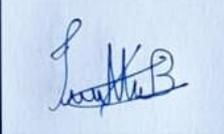
CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



ESFUERZO

DEFORMACIÓN

$y = 78.114x - 7.8114$
 $R = 1$

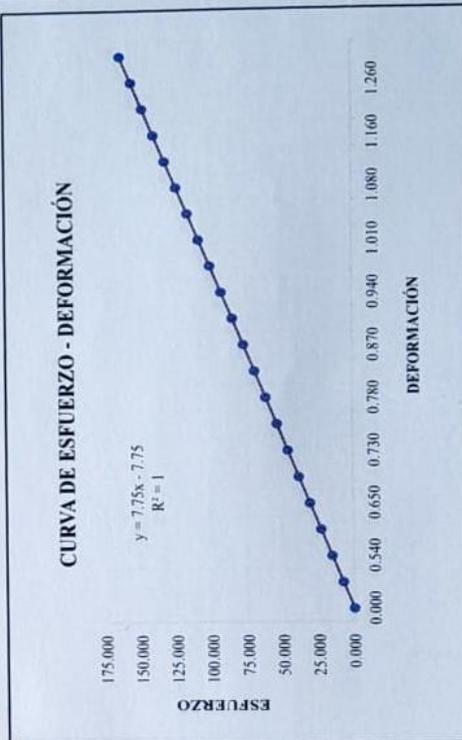
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 24

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 0% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 04

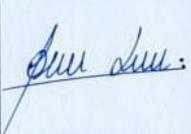
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOKOLO		
	ENSAYO: COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
	NORMA: MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (espécimen):	M - 04	ÁREA PROM. (cm ²):	25.81 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.09 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.07 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	200	0.460	7.750	0.009
3	400	0.540	15.500	0.011
4	600	0.590	23.250	0.012
5	800	0.650	31.000	0.013
6	1000	0.680	38.750	0.014
7	1200	0.730	46.500	0.015
8	1400	0.760	54.250	0.016
9	1600	0.780	62.000	0.016
10	1800	0.820	69.750	0.016
11	2000	0.870	77.500	0.017
12	2200	0.910	85.251	0.018
13	2400	0.940	93.001	0.019
14	2600	0.960	100.751	0.019
15	2800	1.010	108.501	0.020
16	3000	1.040	116.251	0.021
17	3200	1.080	124.001	0.022
18	3400	1.110	131.751	0.022
19	3600	1.160	139.501	0.023
20	3800	1.210	147.251	0.024
21	4000	1.260	155.001	0.025
22	4200	1.270	162.751	0.025



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 7.75x - 7.75$
 $R^2 = 1$

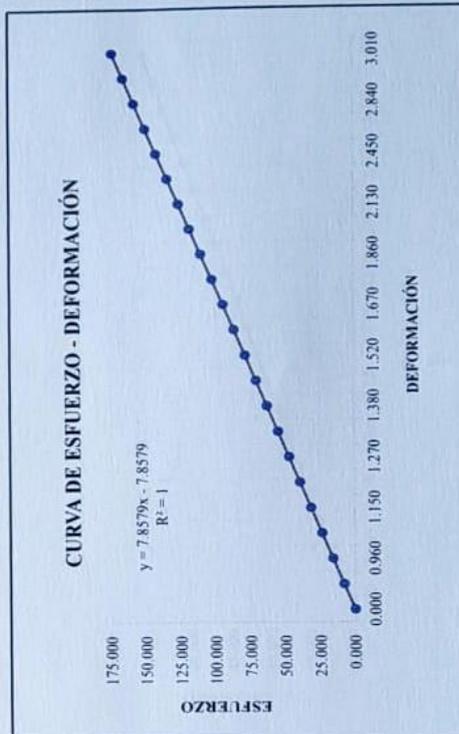
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

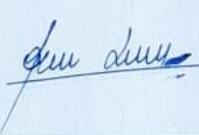
ANEXO 25

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 0% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 05

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 05	ÁREA PROM. (cm):	25.45 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	0% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
ANCHO PROM. (cm):	5.04 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm		

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ϵ
1	0	0.000	0.000	0.000
2	200	0.750	7.858	0.015
3	400	0.960	15.716	0.019
4	600	1.070	23.574	0.021
5	800	1.150	31.432	0.023
6	1000	1.220	39.290	0.024
7	1200	1.270	47.148	0.025
8	1400	1.330	55.006	0.026
9	1600	1.380	62.863	0.027
10	1800	1.450	70.721	0.029
11	2000	1.520	78.579	0.030
12	2200	1.580	86.437	0.031
13	2400	1.670	94.295	0.033
14	2600	1.750	102.153	0.035
15	2800	1.860	110.011	0.037
16	3000	1.950	117.869	0.039
17	3200	2.130	125.727	0.042
18	3400	2.260	133.585	0.045
19	3600	2.450	141.443	0.049
20	3800	2.680	149.301	0.053
21	4000	2.840	157.159	0.057
22	4200	2.980	165.017	0.059
23	4400	3.010	172.874	0.060



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Váidera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

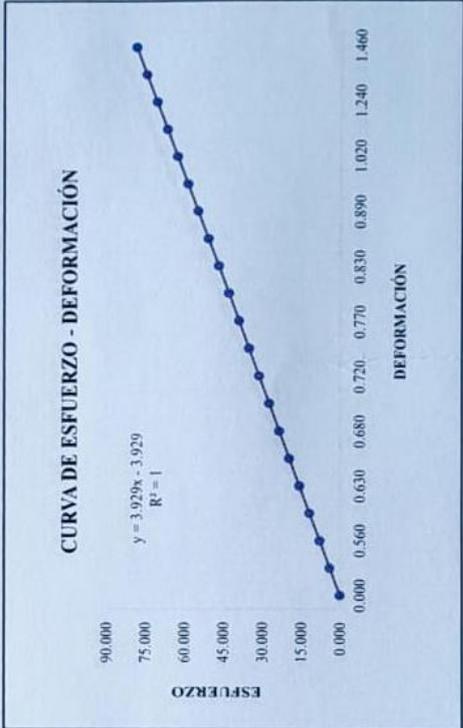
ANEXO 26

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 5% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 01

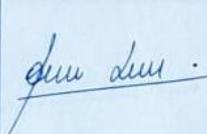
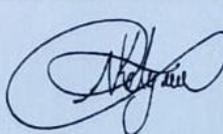
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:		MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 01	ÁREA PROM. (cm ²):	25.45 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
ANCHO PROM. (cm):	5.04 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm			

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.490	3.929	0.010
3	200	0.560	7.858	0.011
4	300	0.610	11.787	0.012
5	400	0.630	15.716	0.013
6	500	0.660	19.645	0.013
7	600	0.680	23.574	0.014
8	700	0.700	27.503	0.014
9	800	0.720	31.432	0.014
10	900	0.750	35.361	0.015
11	1000	0.770	39.290	0.015
12	1100	0.800	43.219	0.016
13	1200	0.830	47.148	0.017
14	1300	0.880	51.077	0.018
15	1400	0.890	55.006	0.018
16	1500	0.940	58.934	0.019
17	1600	1.020	62.863	0.020
18	1700	1.130	66.792	0.023
19	1800	1.240	70.721	0.025
20	1900	1.330	74.650	0.026
21	2000	1.460	78.579	0.029

CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



$y = 3.929x - 3.929$
 $R^2 = 1$

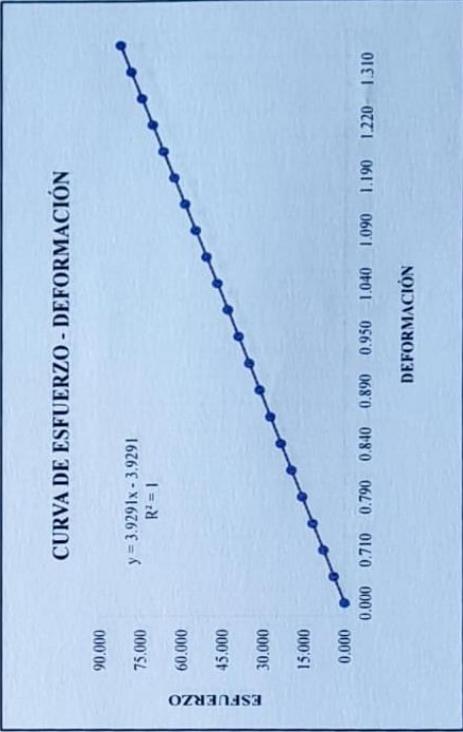
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 27

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 5% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 02

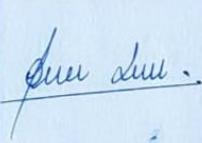
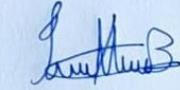
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO					
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)				
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051				
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."				
ID. MORTERO (espécimen):	M - 02	ÁREA PROM. (cm):	25.45 cm ²		
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²		
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla		
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara		
ANCHO PROM. (cm):	5.08 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones		
LARGO PRO. (cm):	5.01 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.610	3.929	0.012
3	200	0.710	7.858	0.014
4	300	0.750	11.787	0.015
5	400	0.790	15.717	0.016
6	500	0.810	19.646	0.016
7	600	0.840	23.575	0.017
8	700	0.860	27.504	0.017
9	800	0.890	31.433	0.018
10	900	0.920	35.362	0.018
11	1000	0.950	39.291	0.019
12	1100	0.990	43.221	0.020
13	1200	1.040	47.150	0.021
14	1300	1.060	51.079	0.021
15	1400	1.090	55.008	0.022
16	1500	1.140	58.937	0.023
17	1600	1.190	62.866	0.024
18	1700	1.200	66.796	0.024
19	1800	1.220	70.725	0.024
20	1900	1.250	74.654	0.025
21	2000	1.310	78.583	0.026
22	2100	1.420	82.512	0.028



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.9291x - 3.9291$
 $R^2 = 1$

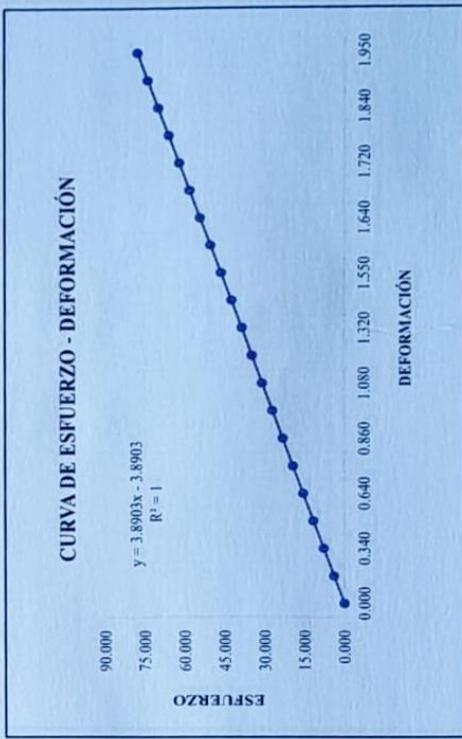
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 28

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 5% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 03

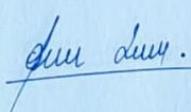
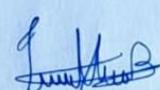
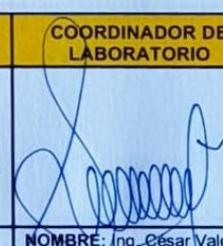
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 03	ÁREA PROM. (cm):	25.70 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.06 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.08 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.200	3.890	0.004
3	200	0.340	7.781	0.007
4	300	0.510	11.671	0.010
5	400	0.640	15.561	0.013
6	500	0.770	19.452	0.015
7	600	0.860	23.342	0.017
8	700	0.970	27.232	0.019
9	800	1.080	31.123	0.022
10	900	1.200	35.013	0.024
11	1000	1.320	38.903	0.026
12	1100	1.430	42.794	0.028
13	1200	1.550	46.684	0.031
14	1300	1.600	50.574	0.032
15	1400	1.640	54.465	0.033
16	1500	1.690	58.355	0.034
17	1600	1.720	62.245	0.034
18	1700	1.780	66.136	0.035
19	1800	1.840	70.026	0.037
20	1900	1.890	73.916	0.038
21	2000	1.950	77.806	0.039



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.8903x - 3.8903$
 $R^2 = 1$

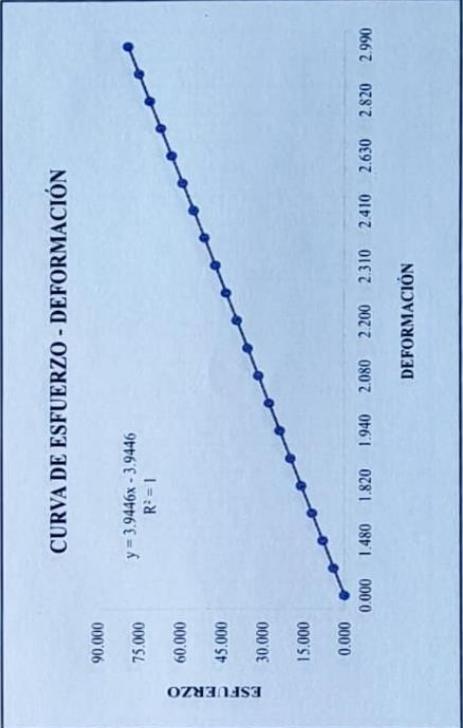
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 29

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 5% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 04

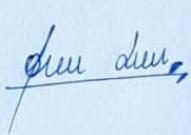
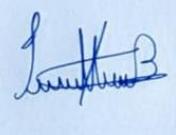
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)			
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (espécimen):	M - 04	ÁREA PROM. (cm):	25.35 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
ANCHO PROM. (cm):	5.03 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
LARGO PRO. (cm):	5.04 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.890	3.945	0.018
3	200	1.480	7.889	0.029
4	300	1.710	11.889	0.034
5	400	1.820	15.778	0.036
6	500	1.880	19.723	0.037
7	600	1.940	23.668	0.039
8	700	2.010	27.612	0.040
9	800	2.080	31.557	0.041
10	900	2.150	35.501	0.043
11	1000	2.200	39.446	0.044
12	1100	2.250	43.390	0.045
13	1200	2.310	47.335	0.046
14	1300	2.380	51.280	0.047
15	1400	2.410	55.224	0.048
16	1500	2.540	59.169	0.051
17	1600	2.630	63.113	0.052
18	1700	2.750	67.058	0.055
19	1800	2.820	71.003	0.056
20	1900	2.930	74.947	0.058
21	2000	2.990	78.892	0.060



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.9446x - 3.9446$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

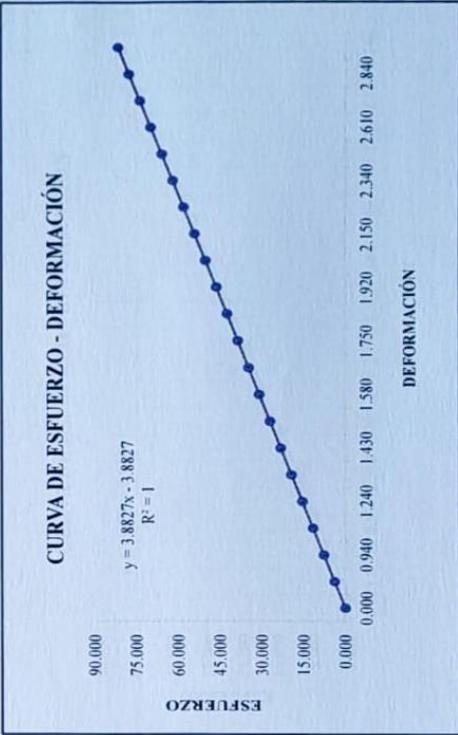
ANEXO 30

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 5% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 05

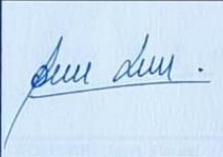
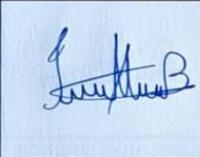
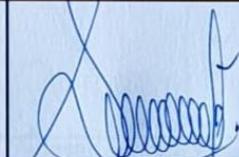
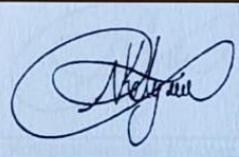
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO					
ENSAYO:		COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)			
NORMA:		MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (especimen):	M - 05	ÁREA PROM. (cm):	25.76 cm ²		
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²		
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	5% Paja Toquilla		
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones		
ANCHO PROM. (cm):	5.06 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez		
LARGO PRO. (cm):	5.09 cm				

Nº	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _{cu}
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.780	3.883	0.016
3	200	0.940	7.765	0.019
4	300	1.110	11.648	0.022
5	400	1.240	15.531	0.025
6	500	1.350	19.413	0.027
7	600	1.430	23.296	0.028
8	700	1.500	27.179	0.030
9	800	1.580	31.061	0.031
10	900	1.710	34.944	0.034
11	1000	1.750	38.827	0.035
12	1100	1.840	42.709	0.037
13	1200	1.920	46.592	0.038
14	1300	2.030	50.475	0.040
15	1400	2.150	54.358	0.043
16	1500	2.230	58.240	0.044
17	1600	2.340	62.123	0.047
18	1700	2.550	66.006	0.051
19	1800	2.610	69.888	0.052
20	1900	2.730	73.771	0.054
21	2000	2.840	77.654	0.057
22	2100	2.960	81.536	0.059

CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN



$y = 3.8827x - 3.8827$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valpera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

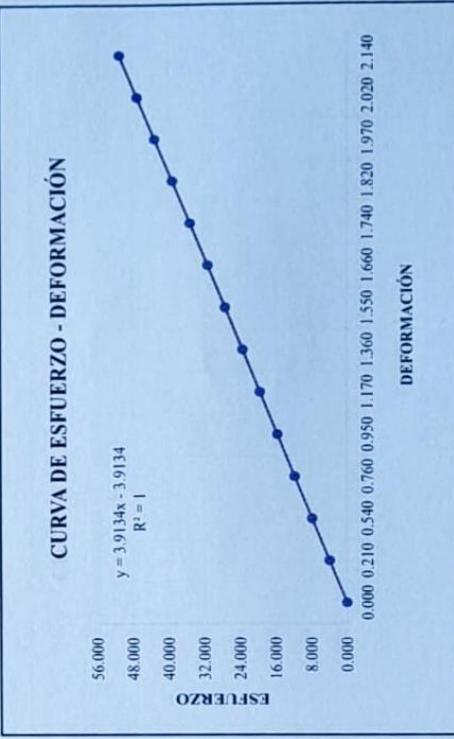
ANEXO 31

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 7% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 01

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO: COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
	NORMA: MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (espécimen):	M - 01	ÁREA PROM. (cm):	25.55 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.06 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

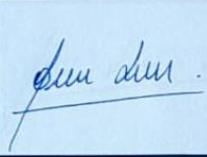
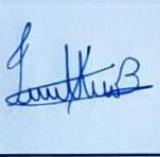
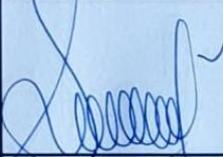
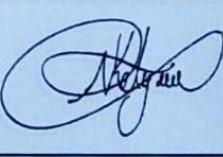
Nº	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.210	3.913	0.004
3	200	0.540	7.827	0.011
4	300	0.760	11.740	0.015
5	400	0.950	15.654	0.019
6	500	1.170	19.567	0.023
7	600	1.360	23.481	0.027
8	700	1.550	27.394	0.031
9	800	1.660	31.307	0.033
10	900	1.740	35.221	0.035
11	1000	1.820	39.134	0.036
12	1100	1.970	43.048	0.039
13	1200	2.020	46.961	0.040
14	1300	2.140	50.875	0.043

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$
 $f'c = \frac{1366 \text{ kg}}{25.55 \text{ cm}^2}$
 $f'c = 53.458 \text{ kg/cm}^2$



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3,9134x - 3,9134$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 32

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 7% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 02

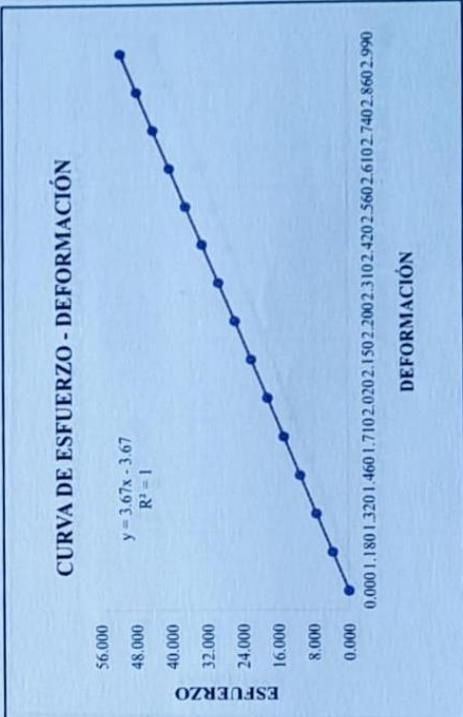
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:		MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 02	ÁREA PROM. (cm):	27.25 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
ANCHO PROM. (cm):	5.20 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
LARGO PRO. (cm):	5.24 cm			

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	cu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	1.180	3.670	0.024
3	200	1.320	7.340	0.026
4	300	1.460	11.010	0.029
5	400	1.710	14.680	0.034
6	500	2.020	18.350	0.040
7	600	2.150	22.020	0.043
8	700	2.200	25.690	0.044
9	800	2.310	29.360	0.046
10	900	2.420	33.030	0.048
11	1000	2.560	36.700	0.051
12	1100	2.610	40.370	0.052
13	1200	2.740	44.040	0.055
14	1300	2.860	47.710	0.057
15	1400	2.990	51.380	0.060

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$

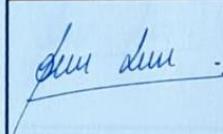
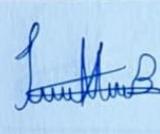
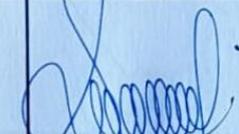
$f'c = \frac{1468 \text{ kg}}{27.25 \text{ cm}^2}$

$f'c = 53.876 \text{ kg/cm}^2$



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.67x - 3.67$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

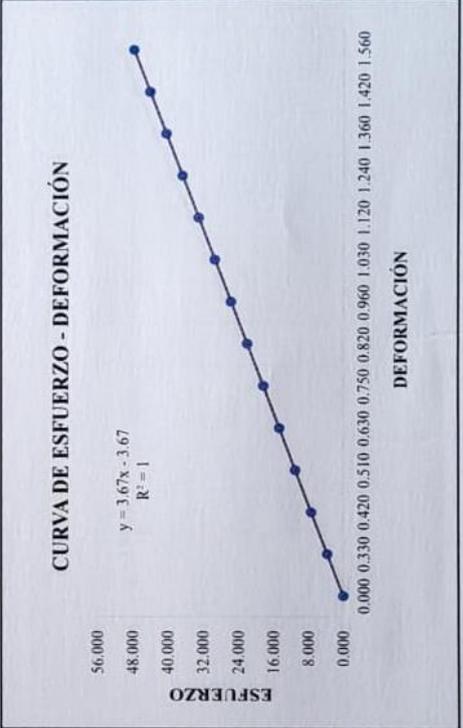
ANEXO 33

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 7% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 03

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)			
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (espécimen):	M - 03	ÁREA PROM. (cm):	25.70 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
ANCHO PROM. (cm):	5.09 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm			

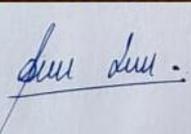
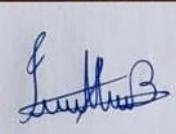
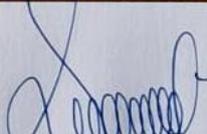
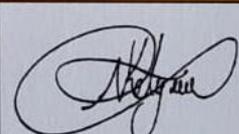
Nº	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _{cu}
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.330	3.670	0.007
3	200	0.420	7.340	0.008
4	300	0.510	11.010	0.010
5	400	0.630	14.680	0.013
6	500	0.750	18.350	0.015
7	600	0.820	22.020	0.016
8	700	0.960	25.690	0.019
9	800	1.030	29.360	0.021
10	900	1.120	33.030	0.022
11	1000	1.240	36.700	0.025
12	1100	1.360	40.370	0.027
13	1200	1.420	44.040	0.028
14	1300	1.560	47.710	0.031

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Area de la sección}}$
 $f'c = \frac{1386 \text{ kg}}{25.70 \text{ cm}^2}$
 $f'c = 53.921 \text{ kg/cm}^2$



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.67x - 3.67$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 34

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 7% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 04

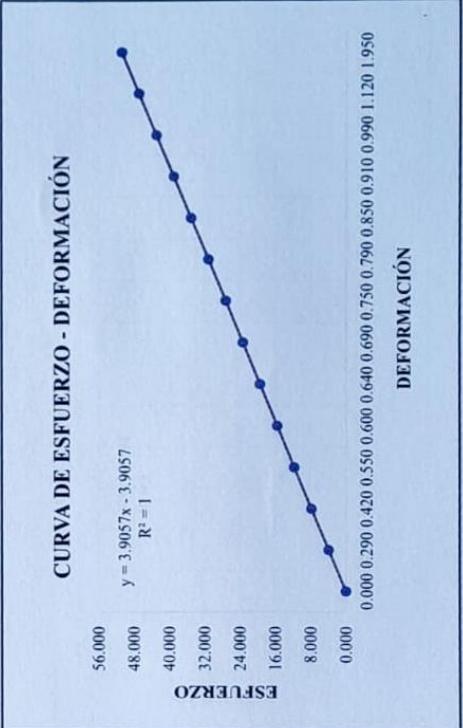
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)			
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."			
ID. MORTERO (espécimen):	M - 04	ÁREA PROM. (cm):	25.60 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
ANCHO PROM. (cm):	5.05 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
LARGO PRO. (cm):	5.07 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	

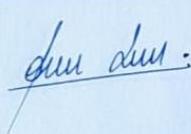
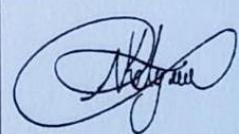
N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.290	3.906	0.006
3	200	0.420	7.811	0.008
4	300	0.550	11.717	0.011
5	400	0.600	15.623	0.012
6	500	0.640	19.529	0.013
7	600	0.690	23.434	0.014
8	700	0.750	27.340	0.015
9	800	0.790	31.246	0.016
10	900	0.850	35.151	0.017
11	1000	0.910	39.057	0.018
12	1100	0.990	42.963	0.020
13	1200	1.120	46.869	0.022
14	1300	1.950	50.774	0.039

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$

$f'c = \frac{1413 \text{ kg}}{25.60 \text{ cm}^2}$

$f'c = 55.188 \text{ kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

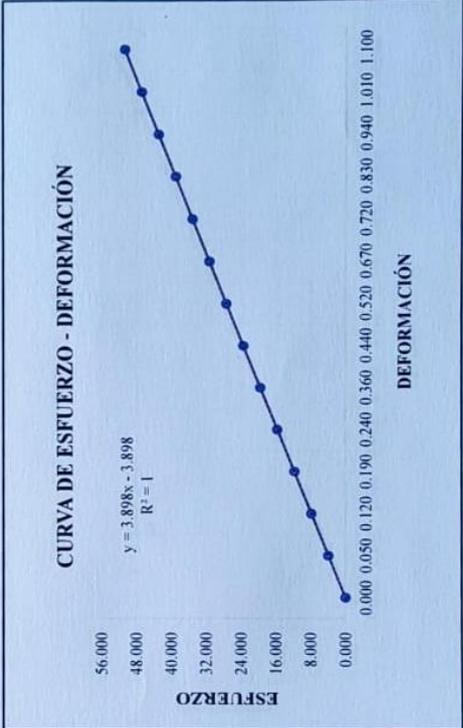
ANEXO 35

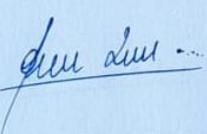
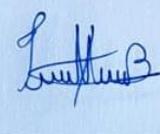
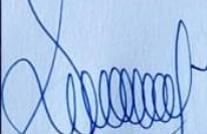
Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 7% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 05

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 05	ÁREA PROM. (cm):	25.65 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	7% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones
ANCHO PROM. (cm):	5.06 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez
LARGO PRO. (cm):	5.07 cm		

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.050	3.898	0.001
3	200	0.120	7.796	0.002
4	300	0.190	11.694	0.004
5	400	0.240	15.592	0.005
6	500	0.360	19.490	0.007
7	600	0.440	23.388	0.009
8	700	0.520	27.286	0.010
9	800	0.670	31.184	0.013
10	900	0.720	35.082	0.014
11	1000	0.830	38.980	0.017
12	1100	0.940	42.878	0.019
13	1200	1.010	46.776	0.020
14	1300	1.100	50.674	0.022

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$
 $f'c = \frac{1446 \text{ kg}}{25.65 \text{ cm}^2}$
 $f'c = 56.365 \text{ kg/cm}^2$



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 36

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 10% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 01

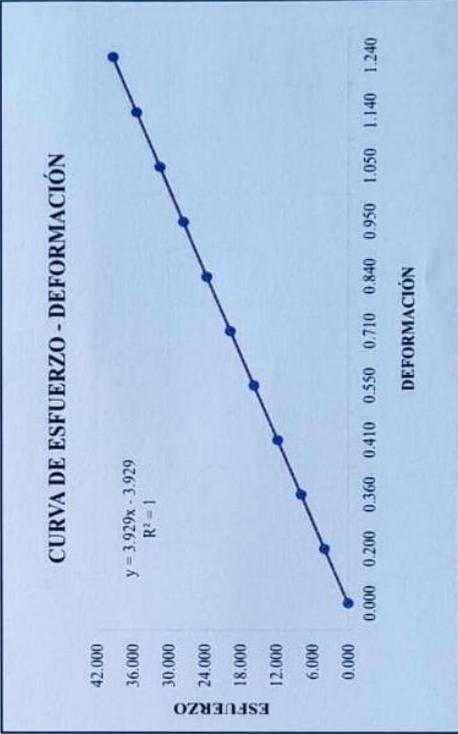
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 01	ÁREA PROM. (cm):	25.40 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.03 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.200	3.929	0.004
3	200	0.360	7.858	0.007
4	300	0.410	11.787	0.008
5	400	0.550	15.716	0.011
6	500	0.710	19.645	0.014
7	600	0.840	23.574	0.017
8	700	0.950	27.503	0.019
9	800	1.050	31.432	0.021
10	900	1.140	35.361	0.023
11	1000	1.240	39.290	0.025

f'c = $\frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$

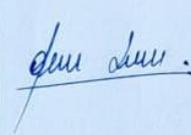
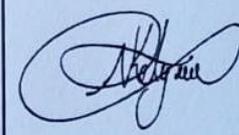
f'c = $\frac{1074 \text{ kg}}{25.40 \text{ cm}^2}$

f'c = 42.281 kg/cm²



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.929x - 3.929$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 37

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 10% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 02

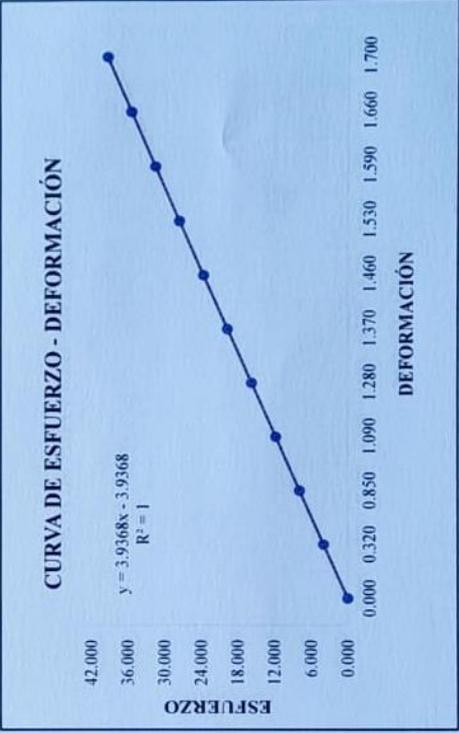
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 02	ÁREA PROM. (cm):	25.35 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.05 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.02 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	εu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.320	3.937	0.006
3	200	0.850	7.874	0.017
4	300	1.090	11.810	0.022
5	400	1.280	15.747	0.025
6	500	1.370	19.684	0.027
7	600	1.460	23.621	0.029
8	700	1.530	27.557	0.030
9	800	1.590	31.431	0.032
10	900	1.660	35.431	0.033
11	1000	1.700	39.368	0.034

f'c = $\frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$

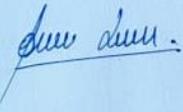
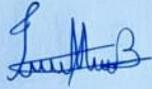
f'c = $\frac{1041 \text{ kg}}{25.35 \text{ cm}^2}$

f'c = 41.063 kg/cm²



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.9368x - 3.9368$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdeira Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

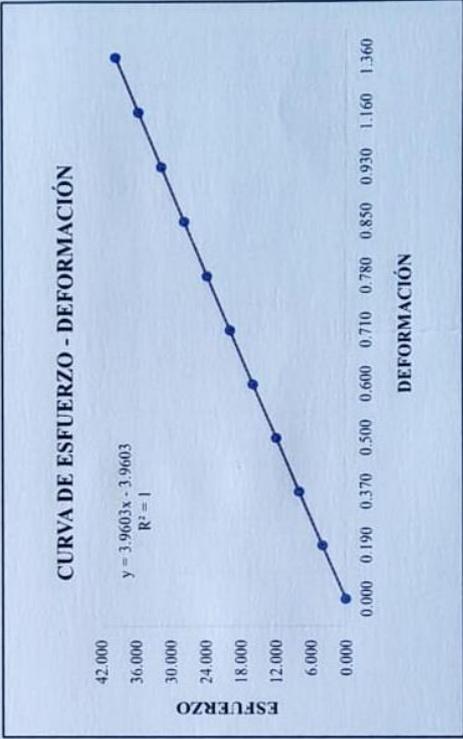
ANEXO 38

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 10% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 03

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)	
	NORMA:	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051	
TESIS:	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 03	ÁREA PROM. (cm):	25.25 cm ²
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F' C DEL MORTERO:	125 kg/cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara
ANCHO PROM. (cm):	5.02 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones
LARGO PRO. (cm):	5.03 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez

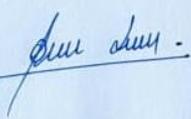
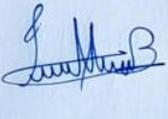
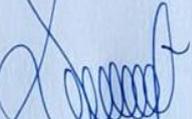
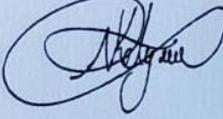
N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	εu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.190	3.960	0.004
3	200	0.370	7.921	0.007
4	300	0.500	11.881	0.010
5	400	0.600	15.841	0.012
6	500	0.710	19.802	0.014
7	600	0.780	23.762	0.016
8	700	0.850	27.722	0.017
9	800	0.930	31.682	0.019
10	900	1.160	35.643	0.023
11	1000	1.360	39.603	0.027

$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$
 $f'c = \frac{966 \text{ kg}}{25.25 \text{ cm}^2}$
 $f'c = 38.257 \text{ kg/cm}^2$



CURVA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN

$y = 3.9603x - 3.9603$
 $R^2 = 1$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 39

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 10% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 04

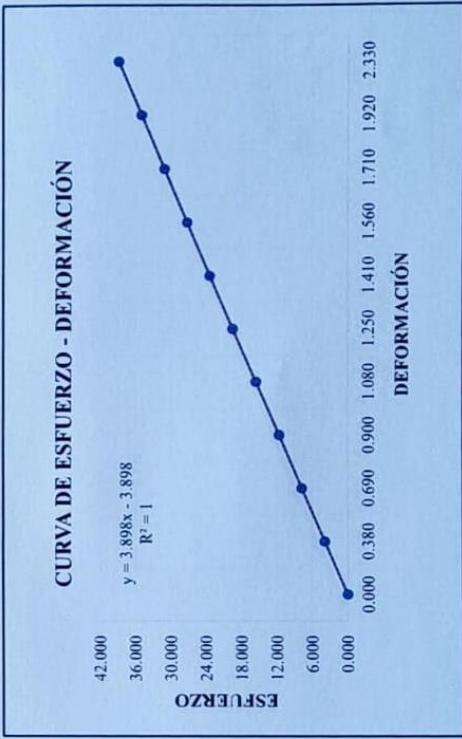
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO			
	ENSAYO: COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)			
	NORMA: MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."				
ID. MORTERO (espécimen):	M - 04	ÁREA PROM. (cm):	25.65 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara	
ANCHO PROM. (cm):	5.06 cm		Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
LARGO PRO. (cm):	5.07 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	

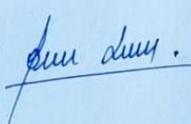
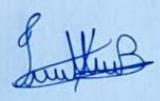
Nº	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	ε _u
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.380	3.898	0.008
3	200	0.690	7.796	0.014
4	300	0.900	11.694	0.018
5	400	1.080	15.592	0.022
6	500	1.250	19.490	0.025
7	600	1.410	23.388	0.028
8	700	1.560	27.286	0.031
9	800	1.710	31.184	0.034
10	900	1.920	35.082	0.038
11	1000	2.330	38.980	0.046

$$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$$

$$f'c = \frac{979 \text{ kg}}{25.65 \text{ cm}^2}$$

$$f'c = 38.161 \text{ kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023

ANEXO 40

Protocolo Compresión de Mortero de Cemento Hidráulico con 10% de Paja Toquilla a los 28 días – Muestra 05

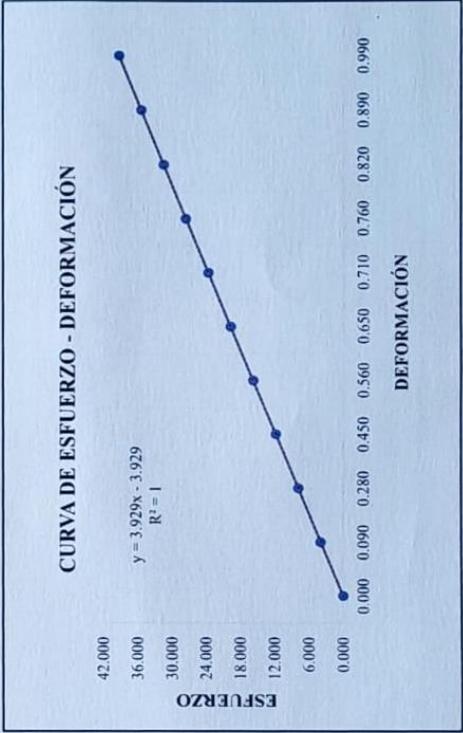
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		COMPRESIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8 MM)		
NORMA:		MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
TESIS:		"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN AL 5%, 7% y 10% DE PAJA DE TOQUILLA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICO-FÍSICAS DEL MORTERO DE CEMENTO EN CAJAMARCA, 2022."		
ID. MORTERO (espécimen):	M - 05	ÁREA PROM. (cm):	25.45 cm ²	
FECHA DE ELABORACIÓN:	21 de diciembre de 2022	F'c DEL MORTERO:	125 kg/cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18 de enero de 2023	% DE ADICIÓN:	10% Paja Toquilla	
EDAD DEL MORTERO:	28 días	RESPONSABLE:	Bach. Paola E. Leyva Alcántara Bach. Joshua J. Vásquez Briones	
ANCHO PROM. (cm):	5.04 cm	REVISADO POR:	Ing. Kely E. Núñez Vásquez	
LARGO PRO. (cm):	5.05 cm			

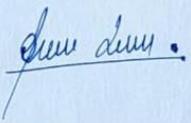
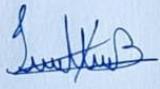
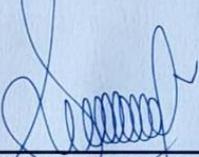
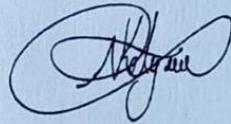
N°	Carga (Kg-f)	Deformación	σ (Kg/cm ²)	εu
1	0	0.000	0.000	0.000
2	100	0.090	3.929	0.002
3	200	0.280	7.858	0.006
4	300	0.450	11.787	0.0009
5	400	0.560	15.716	0.011
6	500	0.650	19.645	0.013
7	600	0.710	23.574	0.014
8	700	0.760	27.503	0.015
9	800	0.820	31.432	0.016
10	900	0.890	35.361	0.018
11	1000	0.990	39.290	0.020

$$f'c = \frac{\text{Carga Máxima}}{\text{Área de la sección}}$$

$$f'c = \frac{1081 \text{ kg}}{25.45 \text{ cm}^2}$$

$$f'c = 42.472 \text{ kg/cm}^2$$



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Bach. Paola Elizabeth Leyva Alcántara	NOMBRE: Bach. Joshua Joseph Vásquez Briones	NOMBRE: Ing. César Valdera Chávez	NOMBRE: Ing. Kely E. Núñez Vásquez
FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023	FECHA: 25/01/2023