



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Efecto de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las
propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos,
Lima, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Guevara Berna, Jesus Joel (orcid.org/0000-0003-3491-2721)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este estudio a Dios, quien me ayudó a presidir las limitaciones y continuar mi carrera, a mis padres, Noe y Lidia, por sus criterios y apoyo incondicional que me permitieron alcanzar mis metas, a mi hermano, Andrés, a mi pareja Reyna, mi bebe Letizia María Khaleesi quienes me dieron su tiempo y me animaron en los días complejos y sobre todo a mis tíos que me protegen y cuidan desde el cielo Héctor, Oscar y Javier, para todos ustedes va dedicado este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los que influyeron en mi proceso de aprendizaje en el transcurso del desarrollo de mi carrera, a la Universidad César Vallejo, a los docentes que se esforzaron en formarme con ética y valores, en especial al Dr. Choque Flores, Leopoldo por brindarme sus conocimientos y experiencia profesional en los cursos de pregrado desarrollados y también por la asesoría en mi investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Efecto de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos, Lima, 2023.", cuyo autor es GUEVARA BERNA JESUS JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 11 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 29-12- 2023 11:08:26

Código documento Trilce: TRI - 0692472

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, GUEVARA BERNA JESUS JOEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efecto de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos, Lima, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GUEVARA BERNA JESUS JOEL DNI: 47660648 ORCID: 0000-0003-3491-2721	Firmado electrónicamente por: GBERNAJJ el 11-12- 2023 20:33:12

Código documento Trilce: INV - 1506703

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
II. MARCO TEÓRICO	19
III. METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo y diseño de investigación	28
3.1.1 Tipo y diseño de investigación.	28
3.1.2 Diseño de investigación.	28
3.2. Variables y operacionalización	28
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5. Procedimientos	33
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	66
	vi

VII. CONCLUSIONES	70
VIII. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de antecedentes	22
Tabla 2. Cálculo de población para propiedades físicas	30
Tabla 3. Cálculo de población para resistencia a compresión (7 y 28 días)	31
Tabla 4. Cálculo de población para resistencia a la flexión (7 y 28 días)	31
Tabla 5. Análisis granulométrico de agregados gruesos.	39
Tabla 6. Ensayo de absorción de agregados gruesos	40
Tabla 7. Análisis granulométrico de agregados finos	41
Tabla 8. Ensayo de absorción de agregados finos	42
Tabla 9. Análisis granulométrico de ceniza de paja de trigo	43
Tabla 10. Ensayo de absorción de ceniza de paja de trigo	44
Tabla 11. Diseño de mezcla de concreto patrón	45
Tabla 12. Ensayo de consistencia	48
Tabla 13. Ensayo de peso unitario	50
Tabla 14. Ensayo de contenido de aire	51
Tabla 15. Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días	53
Tabla 16. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días	55
Tabla 17. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días	57
Tabla 18. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días	59
Tabla 19. Resultados de la prueba de ANOVA para consistencia	61
Tabla 20. Prueba de Tukey para consistencia	61
Tabla 21. Resultados de la prueba de ANOVA para peso unitario	62
Tabla 22. Prueba de Tukey para peso unitario	62
Tabla 23. Resultados de la prueba de ANOVA para contenido de aire	62
Tabla 24. Prueba de Tukey para contenido de aire	63
Tabla 25. Prueba de ANOVA para resistencia a compresión (edad 28 días)	64

Tabla 26. Prueba de Tukey para resistencia a compresión (edad 28 días)	64
Tabla 27. Prueba de ANOVA para resistencia a flexión (edad 28 días)	64
Tabla 28. Prueba de Tukey para resistencia a flexión (edad 28 días)	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Fibra de yute en estado natural	24
Figura 2. Fibra de yute el proceso de secado	24
Figura 3. Paja de trigo en estado natural	25
Figura 4. Paja de trigo en seco	25
Figura 5. Diseño de investigación	28
Figura 6. Diagrama del procedimiento	34
Figura 7. Ubicación de plantones de yute en la localidad de Atumplaya	36
Figura 8. Extracción y secado de fibra de yute	36
Figura 9. Corte de fibra de yute	37
Figura 10. Ubicación del cultivo de trigo en el centro poblado la Ramada	37
Figura 11. Corte de paja de trigo a 10mm	38
Figura 12. Incineración de la paja de trigo	38
Figura 13. Curva granulométrica de agregados gruesos	39
Figura 14. Curva granulométrica de agregados finos	41
Figura 15. Curva granulométrica de ceniza de paja de trigo	43
Figura 16. Composición de las muestras	46
Figura 17. Mezclado de los materiales para la realización de las muestras	47
Figura 18. Procedimiento de ensayo de consistencia	48
Figura 19. Ensayo de consistencia	48
Figura 20. Procedimiento de ensayo de peso unitario	49
Figura 21. Ensayo de peso unitario	50
Figura 22. Procedimiento de ensayo contenido de aire	51
Figura 23. Ensayo de contenido de aire	52
Figura 24. Elaboración de testigos del concreto patrón	52
Figura 25. Ensayo de resistencia a compresión - 7 días	53

Figura 26. Resistencia a compresión a los 7 días	54
Figura 27. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días	55
Figura 28. Resistencia a compresión a los 28 días	56
Figura 29. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días	57
Figura 30. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días	58
Figura 31. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días	59
Figura 32. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de la variable	76
Anexo 2. Matriz de consistencia	77
Anexo 3. Certificados de calibración	78
Anexo 4. Ensayos de laboratorio	102
Anexo 5. Panel fotográfico	121

RESUMEN

El presente trabajo investigativo abordó el objetivo relativo a determinar el efecto de la adición de fibra de yute (FY) con ceniza de paja de trigo (CPT) en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos. La investigación se clasificó metodológicamente como aplicada y cuasiexperimental, considerando la técnica de la observación directa y el análisis documental con la aplicación de 0 y 10% de ceniza de paja de trigo y de 0%, 1%, 1.5% y 2% de fibra de yute en una muestra compuesta por 60 concretos $f'c=210$ kg/cm². Los resultados reflejaron que el slump se redujo de 4" en el diseño de muestra patrón hasta 1" en el diseño con adición de 2% FY + 10% CPT, con una disminución del peso unitario de 2,413 kg/m³ con el diseño de muestra patrón hasta 2,359 kg/m³ y un incremento del contenido de aire de 1.4% a 2.0%. Además, se obtuvo incremento de la resistencia a compresión a los 28 días de 219 kg/cm² del diseño patrón a 236 kg/cm² con adición de 1.5% FY + 10% CPT, así como en la resistencia a la flexión de 43.9 kg/cm² a 51.9 kg/cm², siendo ambas estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Se concluyó que con la adición de 1.5% FY + 10% CPT se obtuvo el mejor desempeño del concreto para cimientos.

Palabras clave: Fibra de yute, ceniza de paja de trigo, concreto para cimientos, resistencia, asentamiento.

ABSTRACT

The present research work addressed the objective of determining the effect of adding jute fiber (FY) with wheat straw ash (CPT) in improving the physical-mechanical properties of concrete for foundations. The research was methodologically classified as applied and quasi-experimental, considering the technique of direct observation and documentary analysis with the application of 0 and 10% wheat straw ash and 0%, 1%, 1.5% and 2% fiber. of jute in a sample composed of 60 concrete $f'_c=210$ kg/cm². The results reflected that the slump was reduced from 4" in the standard sample design to 1" in the design with the addition of 2% FY + 10% CPT, with a decrease in unit weight of 2.413 kg/m³ with the sample design standard up to 2,359 kg/m³ and an increase in air content from 1.4% to 2.0%. In addition, an increase in the compressive strength was obtained after 28 days from 219 kg/cm² of the standard design to 236 kg/cm² with the addition of 1.5% FY + 10% CPT, as well as in the flexural strength of 43.9 kg/cm². cm² to 51.9 kg/cm², both being statistically significant ($p < 0.05$). It was concluded that with the addition of 1.5% FY + 10% CPT the best performance of concrete for foundations was obtained.

Keywords: Jute fiber, wheat straw ash, foundation concrete, strength, slump.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de los retos actuales de la ingeniería civil, se encuentra la integración de la economía circular en los procesos constructivos, observándose una notable atención por el uso de aditivos biodegradables o subproductos de otros procesos productivos, lo cual ha representado una tendencia, pero también, por otro lado, abaratar costos y mejorar las propiedades de los materiales empleados. Así, la mejora de las características del concreto ha concentrado gran parte de estos estudios, porque precisamente es uno de los que más se emplea y se ha observado importantes resultados con la adición de fibras naturales, como el yute y la ceniza de la paja de trigo, lo cual constituye el estudio a realizar (Bheel et al., 2021).

Tal como indican Zhuang y Chen (2019), el concreto representa componente de lo más relevante en las estructuras modernas, debido a su facilidad en el uso, pero también a su alta resistencia, tenacidad e impermeabilidad que se pueden mantener durante mucho tiempo Sin embargo, Ahmad et al. (2020) expresan que las actuales disposiciones normativas impuestas en distintos países exigen cada vez más que el concreto sea de mayor resistencia, ductilidad, capacidad de absorción de energía y tenacidad, con la finalidad de preservar las estructuras ante eventos naturales y/o lograr una mayor preservación de las mismas durante varios años.

Así, Krihna et al. (2018) consideran que el reciente desafío del descenso de recursos y la contaminación global ha retado a muchos investigadores a examinar nuevos materiales que dependen de recursos renovables. A esto se incorpora, que los costos de los materiales de construcción convencionales siguen creciendo, lo cual ha elevado los presupuestos de las edificaciones con notables impactos para las empresas del sector construcción.

Por lo tanto, Krihna et al. (2018) señalan que se ha observado como el reaprovechamiento de distintos materiales ha comenzado a ser una tendencia en la referida industria, destacándose los beneficios de adicionar fibras naturales en el concreto debido a su baja densidad, bajo costo y biodegradabilidad y la mejora observada en la ductilidad, flexión, resistencia a la tracción y dureza ante fractura.

Al respecto Syed et al. (2020), indican que estas fibras naturales son obtenidas a través de plantas, animales o procesos geológicos, siendo las de origen vegetal como uno de los más representativos sustitutos del acero y/o fibras sintéticas para uso en compuestos, con la intención de acrecentar la resistencia del concreto. Otro beneficio adicional del uso de estas fibras es su fácil manipulación debido a su naturaleza flexible, siendo su principal desventaja, la necesidad de determinar el porcentaje óptimo de esta adición.

Una de estas fibras naturales que ha tenido significativos resultados, según Islam y Ahmed (2018), es la que se extrae del yute (*Corchorus capsularis*), mejorando cómo actúa el concreto fresco y ya endurecido a edades tempranas y prolongadas de curado. Por otro lado, Bheel et al. (2021) argumentan que también se ha evaluado el empleo de ceniza de la paja de trigo (*Triticum*) en la mejora de las propiedades del cemento, obteniendo también mejoras en las distintas resistencias y destacándose que este es un subproducto de la actividad agrícola, el puede ser reutilizado y reducir así, la huella de carbono, dado que por cada 1 kilogramo que se obtiene de grano de trigo, se genera 1.5 kg de paja de este rubro.

En el caso del yute, como expresa Agraria (2022), en el país se ha propuesto la expansión de la producción en las zonas agrarias de la selva peruana, con lo cual se dispondrá de suficiente insumo para la industria textil, pero también para la economía circular que se empieza a considerar en otros sectores, entre ellos, la construcción. De igual modo, la producción del trigo del país ha venido incrementándose y se estimó para el primer bimestre de 2019, que haya llegado a 193,000 t (El Comercio, 2019).

Basadas en estas disponibilidades, de acuerdo con Díaz et al. (2020), es posible disponer tanto de fibra de yute como de paja de trigo para encontrar mejores resultados del concreto en el país, donde se ha indicado que el sistema predominante es la albañilería (cerca del 80%) y en la mayor parte de las situaciones, se elabora el concreto sin control, ni normas de calidad, pero lo que es peor, sin considerar cómo las condiciones cambiantes del clima y las temperaturas extremas pueden afectar el material de las edificaciones.

A esto se añade que, según Andina (2021), las necesidades de materiales en el país van en ascenso, visto que el sector construcción no ha parado de crecer, incluso, tal como se obtiene de Andina (2021), durante el COVID-19 la actividad se incrementó en 231.9% en el segundo semestre del 2021 a pesar de que el costo de los materiales se elevó en 0.75% solamente en noviembre.

Partiendo de esta realidad, se planteó la siguiente interrogante como problema general: ¿Cuál es el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos? Con ello, se tuvieron los problemas específicos: a) ¿Qué efecto produce la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas del concreto para cimientos? y b) ¿Cuál es el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos?

En este contexto, la investigación se justificó teóricamente, ya que, visto que poco se ha investigado sobre el uso de yute combinado con ceniza de paja de trigo como aditivo en la mezcla de concreto, lo cual requiere seguir profundizándose con la intención de encontrar las dosis óptimas, bien sea en tamaño de las fibras o en porcentaje, visto que si se excede de un determinado valor no se lograrían las mejoras requeridas.

Como justificación metodológica, este estudio promovió el uso de una combinación de fibra de yute y ceniza de paja de trigo que poco se ha explorado en cuanto a su incidencia en las propiedades especificadas.

Como justificación práctica, el estudio se justificó al configurarse como una opción para reducir costos y mejorar las condiciones del concreto que se emplea en las construcciones nacionales, destacándose que esta industria es intensiva en albañilería, requiriendo grandes cantidades de concreto. Por otro lado, el estudio permitió el aprovechamiento de subproductos y, por tanto, la incorporación de la economía circular en un escenario donde la construcción de edificaciones sigue en expansión y se requieren mayores cantidades de materiales.

Al respecto, el objetivo general fue: Determinar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en la mejora de las propiedades físico-

mecánicas del concreto para cimientos. Para alcanzar ello, se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) Evaluar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas del concreto para cimientos y b) Determinar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos.

Considerando estos planteamientos, también se planteó la siguiente hipótesis general: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos. Con las subsecuentes hipótesis específicas: a) La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos y b) La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos.

II. MARCO TEÓRICO

Este apartado comienza con la presentación de los trabajos previos relacionados con el tema de estudio. A nivel nacional, se dispone del artículo científico elaborado por Mas et al. (2022) con el objetivo de comprender cómo afecta la agregación de fibra de ichu en un montero de concreto. En lo metodológico este estudio fue experimental usaron como mezclas concentraciones del 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en una muestra de 90 especímenes de concreto. Así, dentro de los resultados determinaron que la mezcla óptima fue de 1.0% de adición de fibra de ichu, encontrado una resistencia a compresión y a flexión, luego de 28 días, de 231.60 kg/m² (11%) y 83.10 kg/cm² (9%), respectivamente. Como conclusión, se determinó que esta fibra mejora cómo se desempeña el concreto.

Bringas-Rodríguez et al. (2022) elaboraron un artículo científico con el objetivo de precisar cómo afecta la adición de fibra de coco en elementos mecánicos del concreto. Metodológicamente, en este estudio experimental usaron como mezclas concentraciones del 0%, 5% y 8% de fibra de ichu. Así, como resultado determinaron que la máxima resistencia a compresión se halla con la adición de 8% de fibra de coco. Además, concluyeron que a mayor concentración de fibra se presentaban mayores deformidades en el concreto.

Huaquisto y Quenta (2021) elaboraron un artículo científico con el objetivo de investigar cómo el uso de fibras de origen vegetal (en estado de cenizas), incluido de trigo, incidía sobre la resistencia a compresión. En lo metodológico, la investigación fue experimental y contó con una muestra de 70 unidades de prueba y roturas, evaluadas a los 7, 14 y 28 días con proporciones de 0%, 2.5%, 7.5% y 10%. Los resultados del estudio comprueban que la resistencia a compresión baja a mayor contenido de fibra vegetal, incluso luego de 28 días, cuando se excede al 5%, esta propiedad del concreto se ubica debajo del diseño. Se concluye que la mezcla del 5% resultó ser la que ofrece mejor resultado.

Silupu et al. (2019) realizaron un artículo científico con el objetivo de examinar el efecto de la adición de materiales reciclados en concreto, entre ellos gabazo de caña de azúcar. En lo metodológico, el estudio fue experimental de clase factorial con par de factores donde se evaluaron 27 probetas, con tres dosis 5%, 10% y 20%. Los resultados comprobaron que la dosis de 5% presentó el resultado más

óptimo, con una resistencia a compresión de 459.26 kg/cm². Concluyó que se generaron ahorros del 20% en la elaboración del concreto (S/. 14.25).

Coronel et al. (2019) realizaron un artículo científico con el objetivo de precisar cómo afecta la adición de residuo de la caña en ciertas propiedades del concreto. En lo metodológico, el estudio fue experimental de clase factorial con par de factores donde se evaluaron 30 probetas, con cuatro dosis de 5%, 10%, 15% y 20%, evaluadas a los 7 y 28 días. Los resultados comprobaron que la resistencia a compresión disminuyó a mayor dosis, pasando de 292.66 kg/cm² (probeta de control) a 122.99 kg/cm² (probeta con dosis de 20% y de la flexión se redujo de 6.61 kg/cm² a 3.2 kg/cm². Concluyeron que la dosificación de 5% generó los resultados más apropiados.

En relación a los estudios previos de nivel internacional, se dispone del aporte de Binti et al. (2022), quienes presentaron un artículo científico con el objetivo de evaluar si añadir ceniza de paja de trigo afecta a las características mecánicas del concreto. Metodológicamente, en este estudio experimental se agregaron porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% con una muestra total de 75 concretos probados a los 28 días. En este caso, como resultado se determinó que la mezcla con 10% de paja de trigo fue el que generó la mayor resistencia; observándose que la adición del 20% tuvo mejor desempeño en el asentamiento del concreto con una absorción del 82.3% de agua; sin embargo, redujo la resistencia. También, se observó que a mayor adición de paja de concreto, la permeabilidad se redujo. Se concluyó que el porcentaje más eficaz de adición de paja de trigo es de 10%, con lo cual se obtiene el mejor rendimiento.

Bheel et al. (2021) desarrollaron un artículo científico con el objetivo de evaluar el efecto en las propiedades del concreto al adicionarle fibra de yute con cenizas de paja de trigo. En lo metodológico, en este estudio experimental se adicionó 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% de fibra de yute como material de refuerzo y 10%, 20%, 30% y 40% de cenizas de paja de trigo en una muestra de 100 concretos probados a 28 días. Como resultado se encontró que el asentamiento óptimo fue notado como 58 mm con 0% de fibra de yute y 0% de paja de trigo, mientras que las resistencias mejoraron con la adición de yute de 0.5% y de paja de trigo al 30%. Además, la permeabilidad aumentó a mayores concentraciones de ambas

fibras vegetales. De esta manera, concluyeron que la concentración óptima es 0.5% de fibra de yute y de 30% de ceniza de paja de trigo.

Bheel et al. (2021) elaboraron un artículo científico con el objetivo de indagar sobre la incidencia del uso de ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto. En lo metodológico, este estudio fue experimental se agregaron porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de paja de trigo con dimensiones de 4.75 mm a 20 mm en una muestra de 50 concretos probados a los 28 días. Como resultado, se determinó que la mezcla de 20% tuvo el desempeño óptimo al asentarse con una absorción del agua de 52%, la resistencia (a todas las edades) tuvo un comportamiento ascendente hasta la mezcla de 10% (a partir de allí, comienza a descender) y el módulo de elasticidad (como indicador de resistencia a la deformidad) se elevó conforme aumentó la edad y el porcentaje de adición de la paja de trigo. Se concluyó que la adición mejor de paja de trigo es de 10%, con lo cual se obtiene el mejor rendimiento.

Tiwari et al. (2020) elaboraron un artículo científico con el objetivo de analizar cómo se afectan las propiedades mecánicas del concreto al adicionar fibra de yute. En lo metodológico este estudio fue experimental se agregaron porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% con dimensiones de 25 mm a 50 mm en una muestra de concretos probados a los 28 días, Como resultado se encontró que la trabajabilidad máxima se logró con 0% de adición de fibra de yute en todos los grados de concreto, mientras que la máxima resistencia a la compresión se logró con una adición del 1.5% de fibra de yute. Además, concluyeron que la adición de 1.5% de esta fibra mejoró la resistencia a la tracción después de 28 días, siendo por tanto, este tratamiento el que generó el desempeño más óptimo.

Dayanda et al. (2019) presentaron el artículo científico con el objetivo de investigar el efecto de reforzar las fibras de yute en bruto sobre las propiedades mecánicas del concreto. En lo metodológico este estudio fue experimental, se adicionó yute en bruto cortados en 10 mm en concentraciones de 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2%, 1.4%, 1.6% y 1.8% curado a 3, 7 y 28 días. Como resultado, se encontró que la máxima resistencia a la compresión se obtuvo a una mezcla de 0.4%, a medida que se eleva la concentración a partir de allí, la

resistencia a la compresión se reduce, lo que provoca una mala trabajabilidad del concreto, concluyéndose que esta es la mezcla óptima.

En la tabla 1 se argumenta lo que se obtuvo de los antecedentes.

Tabla 1. Resumen de antecedentes

Autor	Origen	% Adición	Resultado / Conclusión
Mas et al. (2022)	Nacional	5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de coco	Se determinó que esta fibra mejora el desempeño
Bringas-Rodríguez et al. (2022)	Nacional	0%, 5% y 8% de fibra de ichu	A mayor concentración de fibra se presentaban mayores deformidades en el concreto
Huaquisto y Quenta (2021)	Nacional	0%, 2.5%, 7.5% y 10% de cenizas de fibra vegetal	La mezcla del 5% resultó ser la que ofrece mejor resultado
Silupu et al. (2019)	Nacional	5%, 10% y 20% de residuo de la caña	La dosis de 5% presentó el resultado óptimo
Coronel et al. (2019)	Nacional	5%, 10%, 15% y 20% de residuo de la caña	La dosificación de 5% generó los resultados más apropiados.
Binti et al. (2022),	Internacional	5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de paja de trigo	El porcentaje más eficaz de adición de paja de trigo es de 10%, con lo cual se obtiene el mejor rendimiento
Bheel et al. (2021)	Internacional	0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% de fibra de yute y 10%, 20%, 30% y 40% de cenizas de paja de trigo	La concentración óptima es 0.5% y de 30% respectivamente
Bheel et al. (2021)	Internacional	5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de paja de trigo	El porcentaje óptimo de adición de paja de trigo es de 10%, con lo cual se obtiene el mejor rendimiento
Tiwari et al. (2020)	Internacional	0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra de yute	La adición de 1.5% de esta fibra mejoró la resistencia a la tracción después de 28 días siendo por tanto, este tratamiento el que generó el desempeño más óptimo
Dayanda et al. (2019)	Internacional	0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2%, 1.4%, 1.6% y 1.8% de fibra de yute	Se encontró que la máxima resistencia a la compresión se obtuvo a una mezcla de 0.4%,

Fuente: elaboración propia.

Como afirman Chacón et al. (2021), esta investigación se sustenta en la teoría básica de resistencia y reforzamiento de materiales, la cual señala que para mejorar el comportamiento de las estructuras es necesario utilizar agregaciones de distintos compuestos a los materiales que se emplea en el campo de la

construcción, cumpliéndose con las normativas existentes a nivel de cada país y con los estándares iniciales.

En cuanto a las teorías del estudio, como expresan Josa et al. (2020), en primer debe señalarse la postura de Levin 1997, la cual se sustenta en que la actividad de la construcción es calificada como una de las de mayor incidencia negativa sobre el medio ambiente, lo cual se explica a través de ocho categorías, siendo una de ellas, el uso de materiales; por lo que, hablar de sostenibilidad involucra incluir este concepto desde la fase de planificación hasta el momento en que la estructura es desmantelada.

Basado en lo anterior, afirman Mendoza y Vanga (2020) que, desde que se estableció la Agenda de Desarrollo Sostenible, se ha planteado hacer de la construcción una industria más resiliente, con mayor inclusión y sostenibilidad, donde se fomente la innovación y se reduzca lo que se emite de GEI como estrategia de combate del cambio climático, considerando que, en ella, se emiten más de la mitad de CO₂ mundial.

Al hablar de cada variable de estudio, se destaca que Abrar y Ali (2021) señalan que la adición de fibras de yute tiene como características que es una fibra vegetal que, por su menor costo, su naturaleza ecológica, su ligereza y buenas propiedades físicas que puede agregarse al concreto. Al respecto, Ahmad et al. (2022) indican que en cuanto a las propiedades físicas y químicas del yute (*Corchorus capsularis*) se tiene que es un material natural degradable particularmente importante su fibra por sus altas características específicas, barata en costo, facilidad de suministro y compuesto amigable con el medio ambiente; además, tiene una forma de cruz pentagonal o hexagonal y su insonorización, protección ultravioleta y sus cualidades antibacterianas los convierten en una excelente opción para uso en exteriores, tal como se aprecia en la figura 1. Asimismo, comentan Bheel et al. (2021) que la fibra de yute es una fibra natural, que se encuentra abundantemente en las regiones tropicales, con longitudes que varían de 10 mm a 20 mm y un diámetro aproximado de 0.10 mm.



Figura 1. Fibra de yute en estado natural. Fuente: elaboración propia.

Para garantizar que la fibra de yute conserve sus propiedades es necesario; en primer lugar, asegurarse que la extracción se realice sobre el tallo y se han eliminado las hojas, luego se requiere separar las partes leñosas de la fibra mediante el sometimiento a una temperatura a 30 °C, quedando fibras de tamaños que van del metro a los cuatro metros, las cuales mediante el procedimiento del arrancado se raspa la materia que no contiene fibra, que luego deben resguardarse en un lugar seco, tal como se aprecia en la figura 2 (Ahmad et al., 2022).



Figura 2. Fibra de yute el proceso de secado. Fuente: elaboración propia.

Además, comentan Zhang et al. (2019), que las excelentes **propiedades** mecánicas del yute son apropiadas para su uso como refuerzos en compuesto, de hecho, han sido superiores a la del coco y la de la caña de azúcar. En cuanto a las cualidades estructurales, los compuestos reforzados con tejido de yute cumplen los criterios de materiales comerciales manteniendo un precio relativamente barato.

Bheel et al. (2021) destacan que la ceniza de paja de trigo (*Triticum*), que se detalla en la figura 3, tiene como **característica** que es un subproducto de la actividad agrícola, el cual al agregarse al concreto puede mejorar sus condiciones. De hecho, como refieren Farroqui y Alí (2019), su empleo se ha extendido a la fabricación de balas, ladrillos, morteros, tableros y otras aplicaciones de ingeniería civil (estructural y no estructural). Otro aspecto importante es que, como lo indican Charitha et al. (2021), la ceniza de paja de trigo en seco, cuya fisonomía se detalla en la figura 4, ha sido utilizada por diferentes investigadores en distintas formas, siendo su uso en fardos de paja y cenizas los más frecuentes.



Figura 3. Paja de trigo en estado natural. Fuente: elaboración propia.



Figura 4. Paja de trigo en seco. Fuente: elaboración propia.

Muñoz et al. (2021) indican que las **propiedades físicas reflejan el estado del concreto**, siendo visibles y medibles, mientras que las **mecánicas** se refieren al conjunto de parámetros que permiten evaluar el comportamiento del concreto ante diferentes situaciones.

Específicamente, indican que Al-Kadhim et al. (2021), en cuanto al **concreto**, es un compuesto de agregado fino y grueso, cemento y agua; destacándose que estos agregados tienen un efecto directo en la reducción de recursos naturales. Así, como lo indican Ahmad et al. (2019), el concreto se emplea altamente en el mundo debido a sus propiedades mecánicas beneficiosas, pero su producción es una de las más contaminantes.

Por ello, como dicen Al-Kadhim et al. (2021), teniendo en cuenta estas preocupaciones sobre el medio ambiente, el valor de materiales constructivos, bajas reservas de materias y mayor demanda de energía, la práctica de utilizar material de desecho sólido alternativo se está convirtiendo en una preocupación común del mundo. Es que, como expresan Ahmad et al. (2019), la industria del cemento es la segunda mayor generador de dióxido de carbono y se ha informado que producir una tonelada de cemento emite aproximadamente cada tonelada dióxido de carbono en el aire.

Para las **propiedades físicas del concreto**, está el asentamiento, que de acuerdo con Cai et al. (2021) es un indicador del grado en que una mezcla de concreto es consistente, explicando cuán seco o fluido se encuentra. Así, esta propiedad tiene un impacto adverso en la superficie, apariencia, resistencia de diseño y durabilidad del concreto endurecido, causando afectaciones como reducción o disminución de la resistencia mecánica, mayor contracción y agrietamiento y la reducción de resistencia a la erosión química, todos los cuales reducen el comportamiento del concreto. Esto es recogido en la norma NTP 339.046: consiste en cuantificar proporción entre masa y volumen, para luego compararse con el peso unitario del concreto diseño.

Para Pan et al. (2021), el peso unitario del concreto representa el peso de la combinación de la mezcla ya endurecida y se considera, normalmente, 2,400 kg/m³, según norma NTP 339.046: consiste en encontrar cómo se relacionan la masa y volumen del material, para luego compararse con el peso por unidad del concreto diseño. Con respecto al contenido del aire, el porcentaje de este componente que se atrapa de la mezcla, dejando de lado, la cantidad de aire existente en los vacíos de las partículas que se han agregado y según norma NTP 334.069: se determina el aire del concreto fresco, midiendo el cambio del volumen a través de la presión.

De las **propiedades mecánicas**, en primer lugar, se tiene a la resistencia a compresión, que como indican Huaquisto y Quenta (2021), se refiere la carga de mayor nivel por unidad de área previo a que ocurra la falla, alcanzándose a los 28 días seguido del vaciado y cuando se ha curado. Esta propiedad no se constata en condición plástica, siendo necesario realizar la evaluación durante el mezclado y su resultado se relaciona con la concentración de la pasta de cemento, expresada por el ratio agua/cemento; así si esta relación es mayor entonces la resistencia se eleva, pero también aumenta la porosidad. Su ensayo es amparado en la NTP 339.034 y consiste en un ensayo con la aplicación de fuerza en el concreto a través de del implemento de compresión axial.

En cambio la resistencia a la tracción, según Wu et al. (2020), está vinculada estrechamente a la generación y propagación de microfisuras, encontrándose que la agregación de fibra es un mecanismo eficaz en el control de estas microfisuras, es decir, en preservar esta resistencia; por su parte, la resistencia a la flexión indica la tensión más alta a la cual el concreto cede en un ensayo de flexión, o lo que es igual, es el grado en el que este material puede doblarse sin sufrir alguna deformidad. El ensayo de resistencia a la flexión de la norma NTP 339.078: se aplica una carga a una razón que eleve de manera constante los esfuerzos de mayor nivel a 125 y 175 psi/min (0.86 y 1.21MPa/min), hasta que se rompa.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo y diseño de investigación.

Se indicó como **aplicada**, esto significa que, según como lo destaca Carrasco (2017), tuvo fines prácticos inmediatos buscando cambiar la realidad del concreto ante la adición de los materiales señalados. El estudio, por tanto, buscó modificar estas circunstancias (CONCYTEC, 2018).

3.1.2 Diseño de investigación.

Se empleó el **cuasiexperimental**, visto que conforme lo describen Arias y Covinos (2021), se manipuló la variable independiente, intencionadamente, para ver cómo contribuía a la mejora de la variable dependiente. Además, fue de corte transversal, esto obedeció a que se obtuvieron datos solo una vez (Hernández et al., 2014). La figura 5 incluye el diseño de investigación.

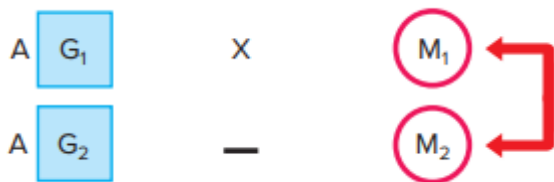


Figura 5. Diseño de investigación. Fuente: Hernández y Mendoza (2018)

Donde GE: grupo experimental, O₁: mezcla original de concreto del grupo experimental, X: adición de fibra de yute y ceniza de paja de trigo y O₂: concreto para estructura luego de la adición, O₃: mezcla original de concreto del grupo de control y O₂₄: concreto para estructura sin adición.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente 1: Fibra de yute

Definición conceptual: Abrar y Ali (2021) señalan que la adición de fibras de yute es una fibra vegetal que, por su menor costo, su naturaleza ecológica, su ligereza y buenas propiedades físicas puede agregarse al concreto.

Definición operacional: La composición es 1%, 1.5% y 2% de fibra de yute variando sus longitudes de 10 a 20 mm y diámetro de 0.08 a 0.12 mm.

Indicadores: 1%, 1.5% y 2% de adición.

Escala de medición: razón.

Variable independiente 2: Ceniza de paja de trigo

Definición conceptual: Bheel et al. (2021) destacan que la paja de trigo es un subproducto de la actividad agrícola, el cual al agregarse al concreto puede mejorar sus condiciones.

Definición operacional: La composición es 10% de ceniza de pajas de trigo con longitudes que varían de 5 a 20 mm.

Indicadores: 10% de adición.

Escala de medición: razón.

Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas.

Definición conceptual: Muñoz et al. (2021) indican que las propiedades físicas reflejan el estado del concreto, siendo visibles y medibles, mientras que las mecánicas se refieren al conjunto de parámetros que permiten evaluar el comportamiento del concreto ante diferentes situaciones.

Definición operacional: Se consideran propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Indicadores: Para las propiedades físicas se consideran los diferentes ensayos asentamiento o consistencia; peso unitario y contenido de aire. Para las propiedades mecánicas se consideran resistencia a la compresión y a la flexión.

Escala de medición: razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población comprendió todos los elementos que disponen de características comunes y medibles (Carhuacho et al., 2019). Aquí, la población se compuso por concreto $f'c=210$ kg/cm² para estructuras, en cuanto a los criterios establecidos, se tiene:

Criterios de inclusión: concretos que tengan la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo.

Criterios de exclusión: concretos que no tengan la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo.

3.3.2. Muestra

La muestra, como argumenta Carrasco (2017), representa un subgrupo poblacional que se caracteriza porque a partir de ella, pueden generalizarse los resultados. En este estudio, la muestra estuvo compuesta por 60 concretos $f'c=210$ kg/cm², en este caso, abarca todos los elementos de la población (muestra censal).

Así, en la tabla 2 se detalla el cálculo de población para propiedades físicas, considerando la cantidad por combinación de adición.

Tabla 2. Cálculo de población para propiedades físicas

Unidades muéstrales	% CPT		
	Cantidad=36	0%	10%
	0%	3	-
% de FY	1.0%	-	3
	1.5%	-	3
	2.0%	-	3

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se detalla el cálculo de población para resistencia a compresión (7 y 28 días), considerando la cantidad por combinación de adición.

Tabla 3. Cálculo de población para resistencia a compresión (7 y 28 días)

Unidades muestrales	A los 7 días			A los 28 días		
	% CPT			% CPT		
	Cantidad= 12	0%	10%	Cantidad= 12	0%	10%
	0%	3	-	0%	3	-
% de FY	1.0%	-	3	1.0%	-	3
	1.5%	-	3	1.5%	-	3
	2.0%	-	3	2.0%	-	3

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se detalla el cálculo de población para resistencia a la flexión (7 y 28 días), considerando la cantidad por combinación de adición.

Tabla 4. Cálculo de población para resistencia a la flexión (7 y 28 días)

Unidades muestrales	A los 7 días			A los 28 días		
	% CPT			% CPT		
	Cantidad= 12	0%	10%	Cantidad= 12	0%	10%
	0%	3	-	0%	3	-
% de FY	1.0%	-	3	1.0%	-	3
	1.5%	-	3	1.5%	-	3
	2.0%	-	3	2.0%	-	3

Fuente: elaboración propia.

En total, se considerarán 60 unidades muestrales.

3.3.4. Unidad de análisis

Se presentan las unidades de análisis según cada propiedad físico-mecánica de unidades de concreto. Para las propiedades físicas, se utilizó concreto en estado fresco, aplicándose, los siguientes ensayos:

Ensayo de asentamiento según norma NTP 339.035: se ubica un ejemplar de concreto fresco ya compactado y varillado en un molde que tiene forma de cono truncado, el cual se eleva hasta lograr que el concreto se mueva hacia abajo; así, la diferencia entre el punto de inicio y el desplazado es el asentamiento.

Determinación del peso unitario según norma NTP 339.046: consiste en cuantificar proporción masa y volumen, para luego compararse con el peso unitario del concreto diseño. Esto se realiza en un molde metálico cilíndrico de 4.772 kg.

Determinación de contenido de aire según norma NTP 334.069: se determina el aire del concreto fresco, midiendo el cambio del volumen a través de la presión. Esto se realiza en un molde metálico cilíndrico de 4.772 kg.

Para la resistencia a compresión se utilizarán probetas cilíndricas de 15 x 30 cm (4x8 pulg) según norma NTP 339.034: consiste en un ensayo con la aplicación de fuerza en el concreto a través del implemento de compresión axial.

Para la resistencia a la flexión, se usarán tres vigas de 15x15x54 cm según norma NTP 339.078: se aplica una carga a una razón que eleve de manera constante los esfuerzos entre 0.86 y 1.21MPa/min, hasta que se presente la rotura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Representan cada uno de los procedimientos que son desarrollados para la obtención de los datos del estudio (Hernández et al., 2014). Para esta investigación, se aplicó la **observación directa**, que según Carrasco (2017), es un procedimiento de investigación que permite recoger la información directamente del fenómeno a estudiar, garantizando su confiabilidad a través de resultados en el laboratorio, evaluándose las propiedades del concreto.

De igual modo, se ha considerado el **análisis documental**, que es un procedimiento que consiste en compilar y análisis documentos, con la finalidad de extraer las ideas resaltantes necesarias para la elaboración de la investigación (Hernández et al., 2014), para la búsqueda de antecedentes y marco teórico.

Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo con Carrasco (2017), éstos son los recursos disponibles para obtener los datos de las fuentes primarias. Como instrumento de recolección de datos, se utilizaron los formatos de ensayos estandarizado de laboratorio.

3.5. Procedimientos

Se aplicaron las siguientes cinco etapas:

1° etapa (Gabinete)

- Se cotejaron fuentes bibliográficas de bases datos especializadas de revistas científicas, repositorios de tesis, normativas nacionales e internacionales, etc.
- Se identificó el lugar de donde se extrajeron los agregados.
- Se identificó el lugar de donde se obtuvieron la fibra de yuta y la paja de trigo.
- Se establecieron los ensayos a realizar.
- Se seleccionó el laboratorio donde fueron realizados los ensayos.

2° etapa (Campo)

- Se adquirió la fibra de yute del Provincia de Moyobamba y la paja de trigo se recolecto de la Provincia de Chota.
- Se cortó la fibra de yute, ya que debían medir de 10 a 20 mm de longitud.
- Se secó la fibra de yute al sol por 48 horas.
- La paja de trigo fue quemada bajo control de temperatura de 600 °C hasta para formar cenizas.
- Los agregados de todo tipo fueron obtenidos de la cantera Trapiche.
- Se extrajeron y prepararon los agregados con base a la NTP 400.10.
- Se evaluó la calidad de los agregados con base a la NTP 400.037.
- Se realizó el análisis granulométrico con base a la NTP 400.012.
- Se evaluó el peso de cada componente según la NTP 400.022.

3° etapa (Laboratorio) Se realizaron los ensayos.

4° etapa (Gabinete) Se recolectaron los datos de cada ensayo para generar resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

En la figura 6, se presenta el flujograma del proceso.

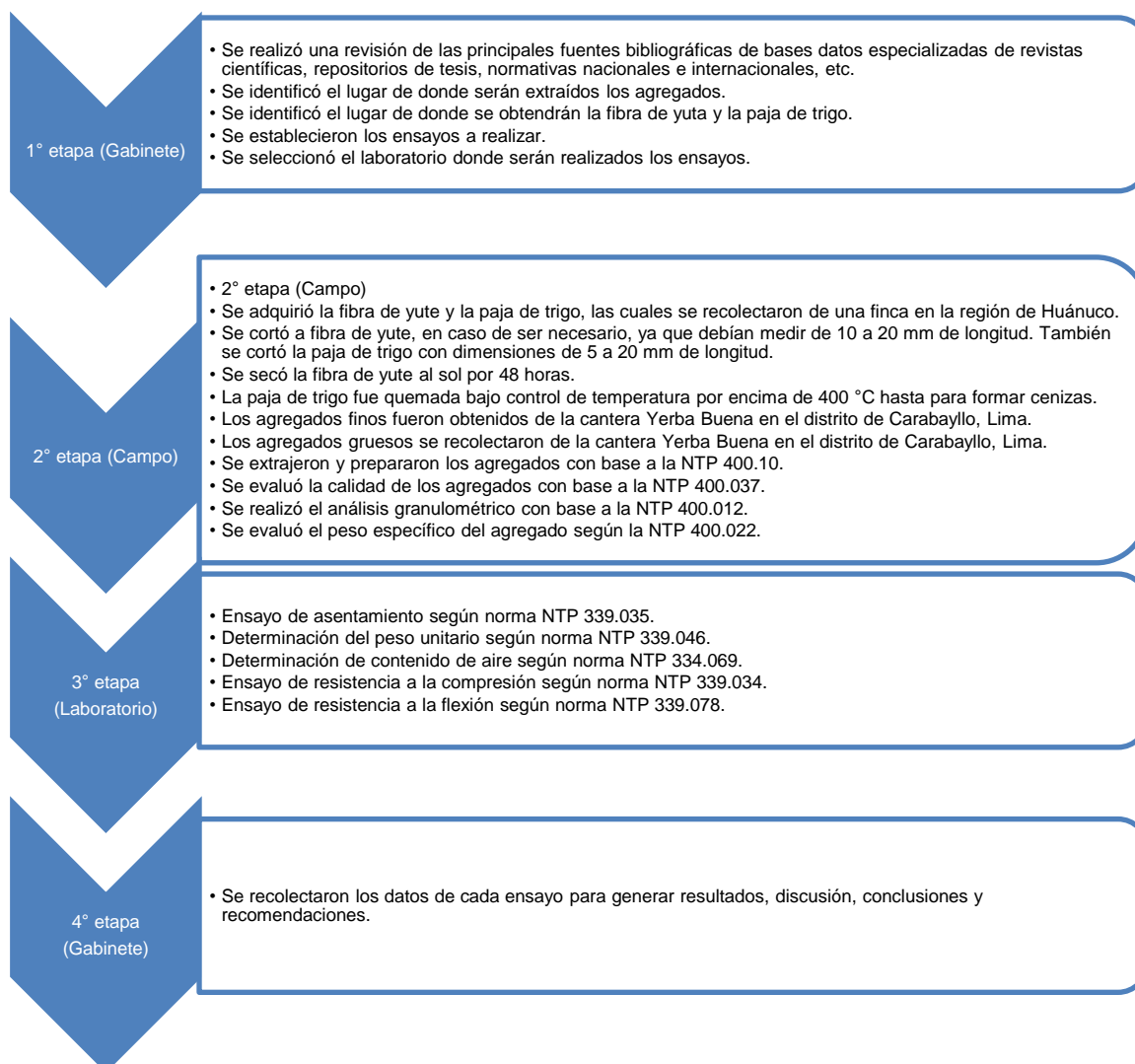


Figura 6. Diagrama del procedimiento. Fuente: elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Los hallazgos fueron registrados y desarrollados en el programa SPSS V.28.0, aplicándose dos tipos de análisis: a) un análisis descriptivo que constó de la medición de media y moda de cada propiedad evaluada, las cuales fueron comparadas entre sí y se presentaron en tablas y gráficos y b) un análisis inferencial, con el cual se procedió a realizar la prueba de normalidad y prueba ANOVA con su respectiva prueba post hoc de Tukey al 5%.

3.7. Aspectos éticos

En el estudio se ciñó a lo contemplado en el código ético de la universidad. Al respecto, se cumplió con lo contemplado en el artículo 3, relativo a que la investigación debe cumplir con los principios de integridad; honestidad

intelectual; ser objetiva e imparcial, ser veraz, justa y responsable; ser transparente; respeto a la autonomía; cuidado del medioambiente; privacidad; ser independiente y respeto de la propiedad intelectual, citando con la Norma ISO 690, cada fuente consultada. De igual modo, visto que se ha experimentado con plantas, se ha respetado lo descrito en el artículo 6, tratando de no causar daño al medioambiente, ni poniendo en riesgo su supervivencia.

IV. RESULTADOS

Obtención de fibra de yute y ceniza de paja de trigo

Fibra de yute: Para obtener fibra de yute se cumplió con lo siguiente:

Primer paso: se encontraron y cortaron los plantones de yute en la localidad de Atumplaya (San Martín), desarrollada en la figura 7.



Figura 7. Ubicación de plantones de yute en la localidad de Atumplaya. Fuente: elaboración propia

Segundo paso: extracción y secado de la fibra de yute al sol durante 48 horas, desarrollado en figura 8.



Figura 8. Extracción y secado de fibra de yute. Fuente: elaboración propia

Tercer paso: Se cortó la fibra de yute a 10 mm de longitud, desarrollado en la figura 9.



Figura 9. Corte de fibra de yute. Fuente: elaboración propia

Ceniza de paja de trigo: Para obtener ceniza de paja de trigo se realizó el siguiente proceso:

Primer paso: se recolectó y se cortó la paja de trigo en el centro poblado la Ramada (Cajamarca), tal como lo descrito en la figura 10.



Figura 10. Ubicación del cultivo de trigo en el centro poblado la Ramada. Fuente: elaboración propia

Segundo paso: se cortó la paja de trigo a 10mm de longitud para proceder con su incineración, según lo expuesto en la figura 11.



Figura 11. Corte de paja de trigo a 10mm. Fuente: elaboración propia

Tercer paso: se incineró la paja de trigo hasta convertirla en ceniza, para lo cual, se calcinó por 2 horas en un recipiente metálico. La proporción obtenida fue de 250 g de cenizas por cada kilogramo de paja de trigo, 86 kg de paja trigo para obtener 21 kg y 500 gramos de ceniza. Este paso se configura en la figura 12.



Figura 12. Incineración de la paja de trigo. Fuente: elaboración propia

Análisis granulométrico

Los agregados se adquirieron de la cantera Trapiche en el distrito de Comas, como se aprecia en la tabla 5 y figura 13 el agregado grueso paso el tamiz 1 1/2”.

Tabla 5. Análisis granulométrico de agregados gruesos.

Apertura		Peso ret g	% Parcial ret	% ret	% pasa	Especificación	
Nombre	mm					Mín	Máx
4”	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2”	90.00 mm					100.00	100.00
3”	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2”	63.00 mm					100.00	100.00
2”	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2”	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1”	25.00 mm	310.00	7.74	7.74	92.26	90.00	100.00
3/4”	19.00 mm	1,115.00	27.84	35.58	64.42	40.00	85.00
1/2”	12.50 mm	1,710.00	42.70	78.28	2172	10.00	40.00
3/8”	9.50 mm	510.00	12.73	91.01	8.99	0.00	15.00
N° 4	4.75 mm	270.00	6.74	97.75	2.25	0.00	5.00
N° 8	2.36 mm	90.00	2.25	100.00		0.00	0.00
N° 16	1.18 mm					0.00	0.00
N° 30	600 µm					0.00	0.00
N° 50	300 µm					0.00	0.00
N° 100	150 µm					0.00	0.00
N° 200	75 µm					0.00	0.00
< N° 200	< N° 200					-	-
						MF	6.89
						TMN	1”

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

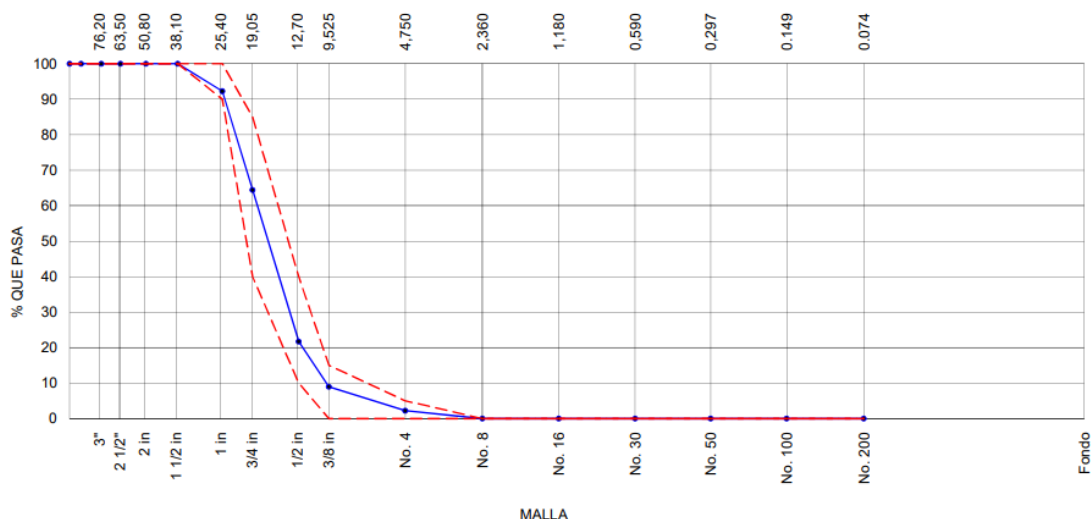


Figura 13. Curva granulométrica de agregados gruesos. Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

En la tabla 6 se observa que la absorción de los agregados gruesos es de 1.14%, su PUS es de 1.467 kg/m³, su PUC es de 1.602 kg/m³ y el contenido de humedad es de 0.50%.

Tabla 6. Ensayo de absorción de agregados gruesos

Descripción	Unidades		Promedio
	E-01	E-02	
Ensayo de absorción			
Peso muestra saturada con superficie seca (g)	1,666.58	1,639.85	
Peso canastilla dentro del agua (g)	980.00	980.00	
Peso muestra saturada dentro del agua + canastilla (g)	2,745.00	2,745.00	
Peso muestra seca en horno @ 105 °C (g)	1,647.88	1,621.51	
Peso muestra saturada dentro del agua (g)	1,074.10	1,051.40	
P.E.M. (g)	2.781	2.756	2.768
S.S.S.	2.813	2.787	2.800
P.E.A. (g)	2.873	2.844	2.859
Absorción (%)	1.147	1.131	1.14
Determinación del peso unitario			
PUS			
Peso de molde + muestra	19,976.00	19,978.00	
Peso de muestra	13,600.00	13,602.00	
PUS (kg/m ³)	1.467	1.467	1.467
Peso unitario compactado			
Peso de molde + muestra	21,229.00	21,240.00	
Peso de muestra	14,853.00	14,864.00	
PUC (kg/m ³)	1.602	1.603	1.602
Contenido de humedad			
Masa-rec (g)			489.60
Masa-rec + muestra hum (g)			1,442.30
Masa-rec + muestra sec (g)			1,437.60
Contenido de humedad (%)			0.50

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

En la tabla 7 y figura 14 se aprecia que el agregado fino empleado pasó el tamiz N°16.

Tabla 7. Análisis granulométrico de agregados finos

Apertura		Peso ret g	% Parcial ret	% ret	% pasa	Especificación	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75 mm	20.20	3.32	3.32	96.68	0.00	5.00
N° 8	2.36 mm	66.00	10.87	14.19	85.81	0.00	0.00
N° 16	1.18 mm	127.00	22.57	36.76	63.24	0.00	0.00
N° 30	600 µm	152.40	25.11	61.87	38.13	0.00	0.00
N° 50	300 µm	97.00	15.98	77.85	22.15	0.00	0.00
N° 100	150 µm	87.00	14.33	92.18	7.82	0.00	0.00
Fondo	-	47.50	7.82	100.00	0.00	-	-
						MF	2.86
						TMN	-

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

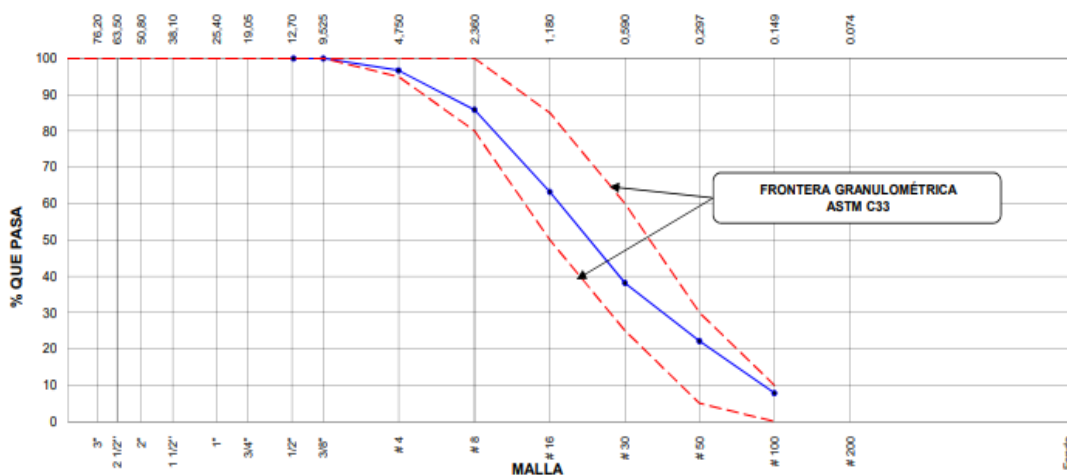


Figura 14. Curva granulométrica de agregados finos. Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

En la tabla 8 se observa que la absorción de los agregados finos es de 1.50%, su PUS es de 1.640 kg/m³, su PUC es de 1.786 kg/m³ y el contenido de humedad es de 3.30%.

Tabla 8. Ensayo de absorción de agregados finos

Descripción	Unidades		Promedio
	E-01	E-02	
Ensayo de absorción			
Peso saturado en sup. seca (g)	500.00	500.00	
Peso fiola o frasco del agua (g)	668.00	669.20	
Peso saturado en agua + fiola (g)	983.60	983.60	
Peso seco en horno @ 105 °C (g)	492.60	492.60	
Peso saturado en agua (g)	315.60	314.40	
P.E.M. (g)	2.671	2.654	2.663
S.S.S.	2.711	2.694	2.70
P.E.A. (g)	2.783	2.764	2.77
Absorción (%)	1.51	1.49	1.50
Determinación del peso unitario			
Peso unitario suelto			
Peso de molde + muestra	6,228.00	6,239.00	
Peso de muestra	4,600.00	4,611.00	
PUS (kg/m ³)	1.638	1.642	1.640
Peso unitario compactado			
Peso de molde + muestra	6,653.00	6,639.00	
Peso de muestra	5,025.00	5,011.00	
PUC (kg/m ³)	1.789	1.784	1.786
Contenido de humedad			
Masa-rec (g)			489.60
Masa-rec + muestra hum (g)			688.60
Masa-rec + muestra sec (g)			682.30
Contenido de humedad (%)			3.30

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

En la tabla 9 y figura 15 se identifica que la ceniza de paja de trigo pasó el tamiz N° 4.

Tabla 9. Análisis granulométrico de ceniza de paja de trigo

Apertura		Peso ret g	% Parcial ret	% ret	% pasa	Especificación	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
N° 4	4.75 mm					95.00	100.00
N° 8	2.36 mm					80.00	100.00
N° 16	1.18 mm	6.20	1.42	1.42	98.58	50.00	85.00
N° 30	600 µm	130.50	29.79	31.21	68.79	25.00	60.00
N° 50	300 µm	118.90	27.15	58.36	41.64	5.00	30.00
N° 100	150 µm	85.00	19.41	77.76	22.24	0.00	10.00
Fondo	-	97.40	22.24	100.00	0.00	-	-
						MF	1.69
						TMN	-

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

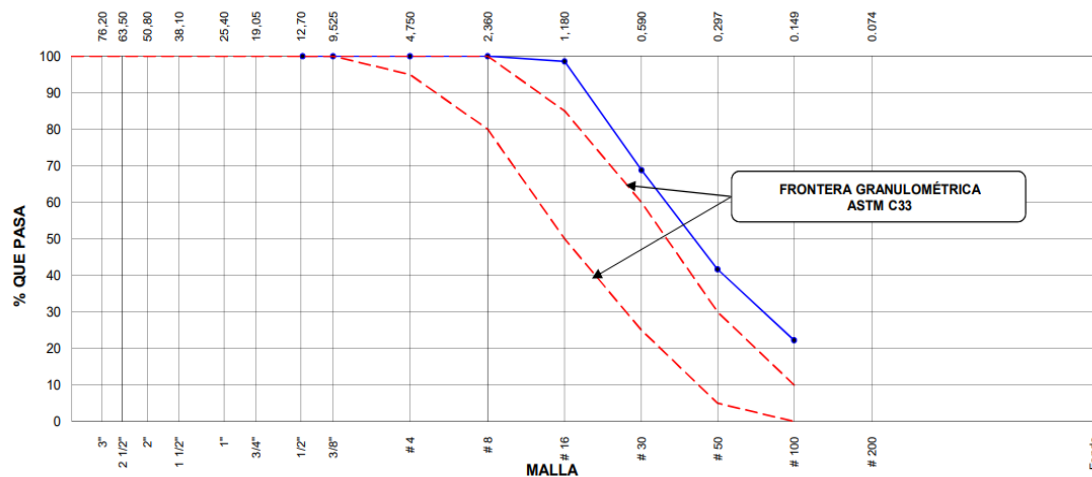


Figura 15. Curva granulométrica de ceniza de paja de trigo. Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

La tabla 10 estipula que el peso específico aparente de la ceniza de paja de trigo es de 2.29 g, su PUS llega a 0.352 kg/m³ y su PUC alcanza 0.432 kg/m³.

Tabla 10. Ensayo de absorción de ceniza de paja de trigo

Descripción	Unidades		Promedio
	E-01	E-02	
Peso específico			
Peso saturado en sup. seca (g)	500.00	500.00	
Peso fiola o frasco del agua (g)	712.30	701.00	
Peso saturado en agua + fiola (g)	983.60	983.60	
Peso seco en horno @ 105 °C (g)	492.60	492.60	
Peso saturado en agua (g)	271.30	282.60	
P.E.M. (g)	2.153	2.266	2.210
S.S.S.	2.186	2.300	2.24
P.E.A. (g)	2.226	2.345	2.29
Determinación del peso unitario			
Peso unitario suelto			
Peso de molde + muestra	2,840.00	2,918.00	
Peso de muestra	944	1,022.00	
PUS (kg/m3)	0.338	0.366	0.352
Peso unitario compactado			
Peso de molde + muestra	3,095.60	3,110.30	
Peso de muestra	1,199.60	1,214.30	
PUC (kg/m3)	0.429	0.434	0.432

Fuente: elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

Elaboración de diseños de mezcla patrón y elaboración de diseño de mezcla con adición de la fibra de yute y ceniza de paja de trigo en sus diferentes porcentajes

Primer paso: para el diseño de mezcla patrón y de los experimentales se trabajó con ACI 211.1 y ACI 237.R, conforme se detalla en la tabla 5, obteniéndose las muestras especificadas en la tabla 11.

Tabla 11. Diseño de mezcla de concreto patrón

Materiales	Diseño de muestra patrón		Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT		Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT		Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	
	Diseño seco	Diseño húmedo	Diseño seco	Diseño húmedo	Diseño seco	Diseño húmedo	Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	346 kg	346 kg	346 kg	346 kg	346 kg	346 kg	346 kg	346 kg
Agua	193.0 l	185.6 l	193.0 l	193.0 l	193.0 l	186.6 l	193.0 l	186.6 l
Agregado fino	788.7 kg	814.7 kg	740.9 kg	765.3 kg	737.8 kg	762.2 kg	734.7 kg	759.0 kg
Agregado grueso	1,068.5 kg	1,073.9 kg	1,068.5 kg	1,073.9 kg	1,068.5 kg	1,073.9 kg	1,068.5 kg	1,073.9 kg
Ceniza de paja de trigo	0.00 kg	0.00 kg	34,588 kg	34,588 kg	34,588 kg	34,588 kg	34,588 kg	34,588 kg
Fibra de yute	0.00 kg	0.00 kg	3,459 kg	3.459 kg	5,188 kg	5.188 kg	6,918 kg	6.918 kg

Fuente: Elaboración propia con apoyo VICAT laboratorio y control de calidad en obra (2023)

Segundo paso: Se procedió a la medición de los agregados finos, grueso, agua y cemento, apreciado en figura 16. De esta manera, con el uso de una balanza, se midieron las cantidades establecidas en los diseños, a) En el diseño patrón se trabajó con los agregados y sin ninguna adhesión, b), c) y d) en ambos diseños se adicionaron CPT y FY con sus respectivos porcentajes se señalados; seguidamente, cada agregado se separó en envases para luego mezclarse.



Figura 16. Composición de las muestras Fuente: elaboración propia

Tercer paso: Se mezclan los agregados en la mezcladora eléctrica, como se resalta en la figura 17. Este procedimiento implicó proporcionar cada mezcla en la máquina, a) se vertió cemento a la mezcladora eléctrica, b) se vertió FY a La mezcladora, c) se continuó vertiendo CPT a la mezcladora, d) proseguido vertiendo los agregados a mezcladora, la cual removió hasta conseguir una mezcla homogénea, a 20 revoluciones por minuto.



Figura 17. Mezclado de los materiales para la realización de las muestras.
Fuente: elaboración propia

Resultados descriptivos

Objetivo específico 1: Evaluar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas del concreto para cimientos

Ensayo de consistencia: en este ensayo se halló el slump con normativa NTP 339.035, lo cual se observa en la figura 18. Esto consistió en la consolidación de cada muestra fresca en un molde troncocónico (Cono de Abrahams), que se humedeció y se colocó en una superficie plana. Luego, se llenó con tres capas de la muestra (cada una de un tercio de la muestra), que se compactaron a 25 golpes y se retiró el molde en al compactarse la última capa. Este alzado del molde se realizó en un movimiento vertical y se procedió a medir la altura del molde y desde el eje original de la base de arriba de la muestra lo cual dio el asentamiento o slump.



Figura 18. Procedimiento de ensayo de consistencia. Fuente: elaboración propia

Los datos de este se describen tabla 12.

Tabla 12. Ensayo de consistencia

Descripción	Slump (pulg.)	% respecto al patrón
Diseño de muestra patrón	4	100%
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	3	75%
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	2	50%
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	1	25%

Fuente: Elaboración propia

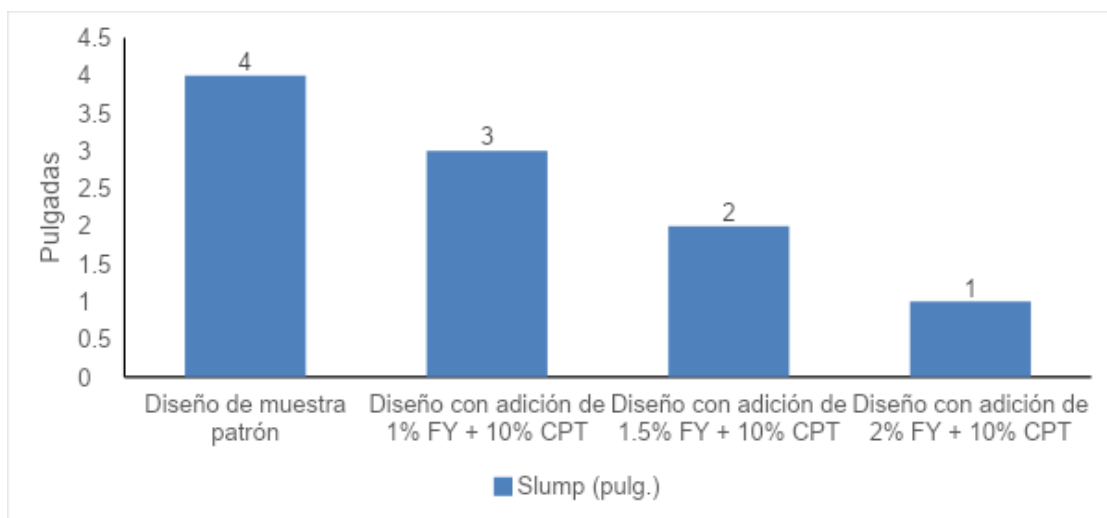


Figura 19. Ensayo de consistencia. Fuente: elaboración propia

Interpretación: según la tabla 12 y figura 19, relacionadas con el ensayo de consistencia o trabajabilidad del concreto fresco, comparándose con muestra patrón 0.0% (4'') se alcanzaron datos asociados al slump, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT resulto una disminución de 25% (3''), para la dosificación de 1.5FY + 10% CPT se verificó una disminución de 50% (2'') y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo una disminución de 75% (1'').

Ensayo de peso unitario: este ensayo se realizó con base a las indicaciones de la NTP 339.046, conforme se ejemplifica en la figura 2. Esto se calculó a través de un recipiente de volumen 2,379 kg/m³ y se llenó con mezcla de concreto, luego se pesó para cubrirse con una placa de vidrio que permitió quitar las burbujas de aire, luego se midió el peso del agua y se determinó así, el peso específico. Se usó la fórmula $W = \frac{Wc - Wm}{Vm} * 100$, siendo W el peso unitario del concreto, Wm el peso total del medidor, Wc peso del medidor más concreto y Vm el volumen del recipiente.



Figura 20. Procedimiento de ensayo de peso unitario. Fuente: elaboración propia
Los datos determinados de peso unitario se señalan en la tabla 13.

Tabla 13. Ensayo de peso unitario

Descripción	Peso unitario del concreto fresco (kg/m3)	% respecto al patrón
Diseño de muestra patrón	2,413	100%
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	2,371	98.26%
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	2,359	97.76%
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	2,377	98.51%

Fuente: elaboración propia

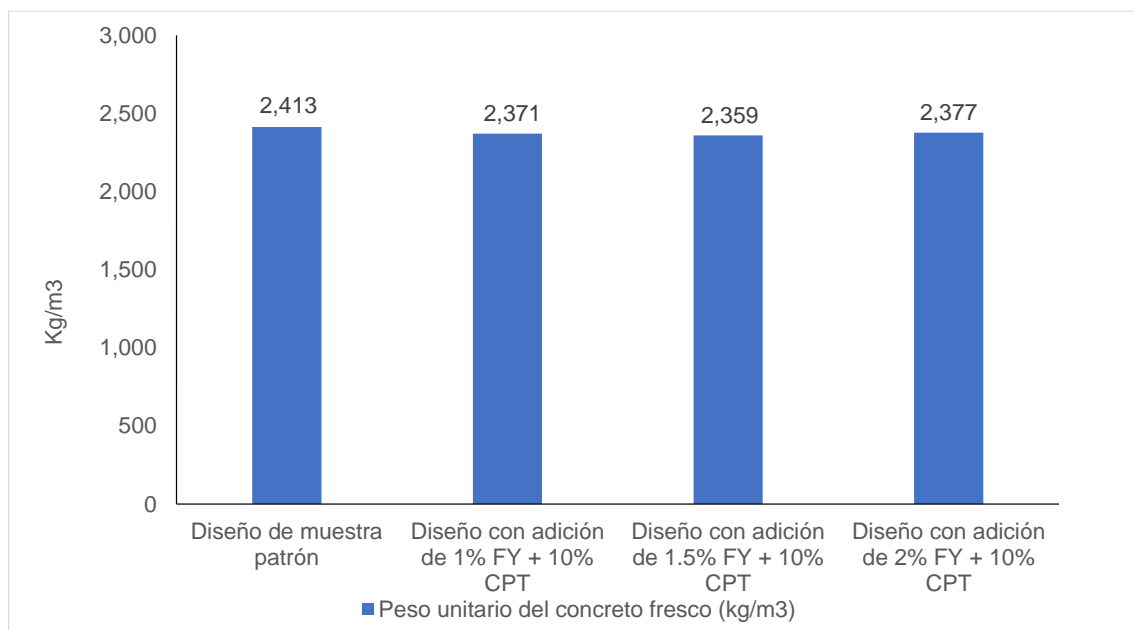


Figura 21. Ensayo de peso unitario. Fuente: elaboración propia.

Interpretación: según la tabla 13 y figura 21 referente al ensayo de peso unitario en el concreto fresco, comparándose con muestra patrón con un valor de 2,413 kg/m3, se obtuvieron los valores referidos al peso unitario del concreto fresco, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se redujo a 98.26% (2,371 kg/m3), para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT se verificó que disminuyó a 97.76% (2,359 kg/m3) y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo la disminución a 98.51% (2,377kg/m3).

Ensayo de contenido de aire: siguiendo la NTP 334.069, se determinó el contenido de aire, siguiendo la fórmula $A = \frac{T-W}{T} * 100$, siendo A el contenido de aire, T cuánto pesa teóricamente el concreto y W es el peso real, que se contempla en la figura 24.



Figura 22. Procedimiento de ensayo contenido de aire. Fuente: elaboración propia.

Los datos determinados de contenido de aire se señalan en la tabla 14.

Tabla 14. Ensayo de contenido de aire

Descripción	Aire (%)	% respecto al patrón
Diseño de muestra patrón	1.4	100%
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	1.7	121%
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	1.9	136%
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	2.0	143%

Fuente: elaboración propia

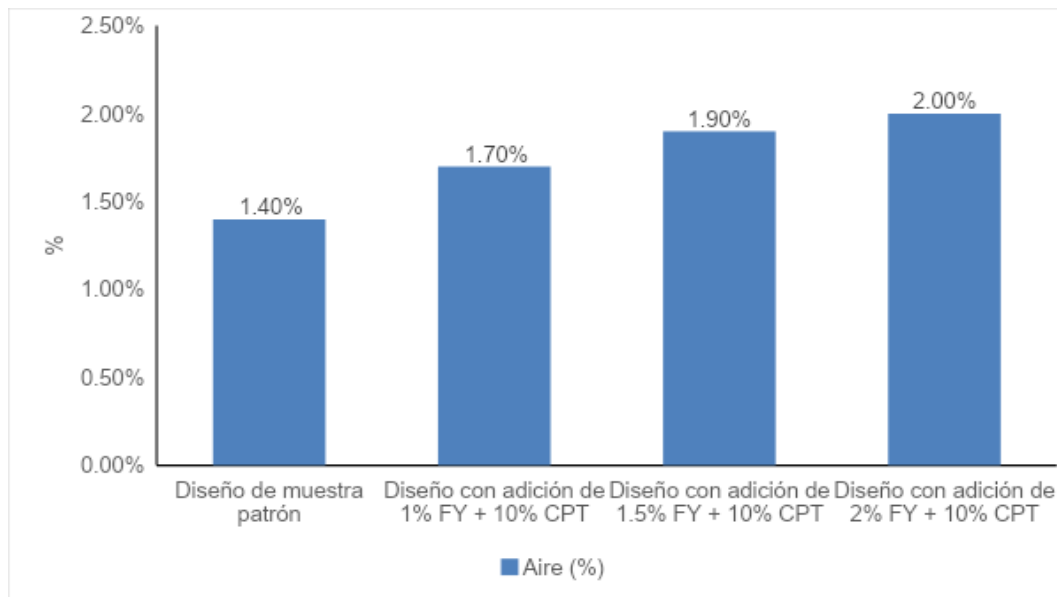


Figura 23. Ensayo de contenido de aire. Fuente: elaboración propia

Interpretación: tomando la tabla 14 y figura 23, al contrastarse con la muestra patrón con un porcentaje de contenido de aire de 1.4%; así, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento del 21% (1.70%), para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT hubo un aumento de 36% (1.90%) y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento de 43% (2.00%).

Objetivo específico 2: Determinar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos

Antes de estos ensayos, se fabricaron testigos de concreto para cimiento, como se aprecia en la figura 24.



Figura 24. Elaboración de testigos del concreto patrón. Fuente: elaboración propia

Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días: siguiendo la ASTM C39/ NTP 339.034, donde se colocó el bloque de carga de abajo por encima del equipo de ensayo tipo tornillo, y por abajo del bloque superior y se aplicó la carga, como se contempla en la figura 25, así este indicador se obtuvo al fraccionar la carga soportada (kg) y el área transversal de la muestra (m²).



Figura 25. Ensayo de resistencia a compresión - 7 días. Fuente: elaboración propia

Los datos determinados de resistencia a compresión a los 7 días se señalan en la tabla 15.

Tabla 15. Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días

Descripción	Esfuerzo (kg/m ²)			Promedio esfuerzo (kg/m ²)	%
	Unidad de probeta cilíndrica				
	E-01	E-02	E-03		
Diseño de muestra patrón	165	163	164	164	78.0%
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	182	181	182	182	86.6%
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	190	193	190	191	91.0%
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	172	178	174	175	83.5%

Fuente: elaboración propia

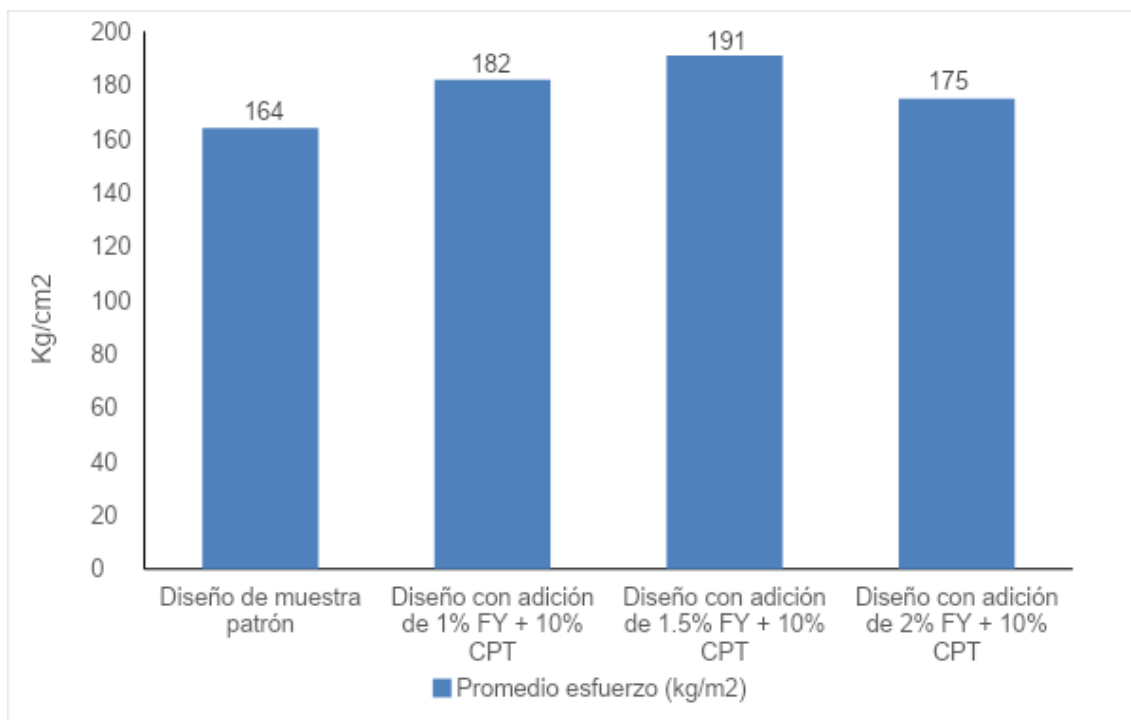


Figura 26. Resistencia a compresión a los 7 días. Fuente: elaboración propia

Interpretación: tomando la tabla 15 y figura 26, se consideró como referente la muestra patrón con un esfuerzo promedio de 164 kg/m²; así, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento del 8.6% (182 kg/m²), para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT hubo un aumento de 13% (191 kg/m²) y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento de 5.5% (175 kg/m²), evidenciándose una reducción con respecto a las dos dosificaciones anteriores.

Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días: de igual manera, se ha seguido lo descrito en la ASTM C39/ NTP 339.034, colocándose el bloque de carga de abajo por encima del equipo de ensayo tipo tornillo, y por abajo del bloque superior y se aplicó la carga, como se contempla en la figura 27, así este indicador se obtuvo al fraccionar la carga soportada (kg) y el área transversal de la muestra (m²), pero en este caso a los 28 días de secado



Figura 27. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días. Fuente: elaboración propia

Los datos determinados de resistencia a compresión a los 28 días se señalan en la tabla 16.

Tabla 16. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días

Descripción	Esfuerzo (kg/m ²) Unidad de probeta cilíndrica			Promedio esfuerzo (kg/m ²)	%
	E-01	E-02	E-03		
Diseño de muestra patrón	218	219	219	219	104.1%
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	225	225	226	225	107.3%
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	236	236	237	236	112.3%
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	220	220	220	220	104.7%

Fuente: elaboración propia

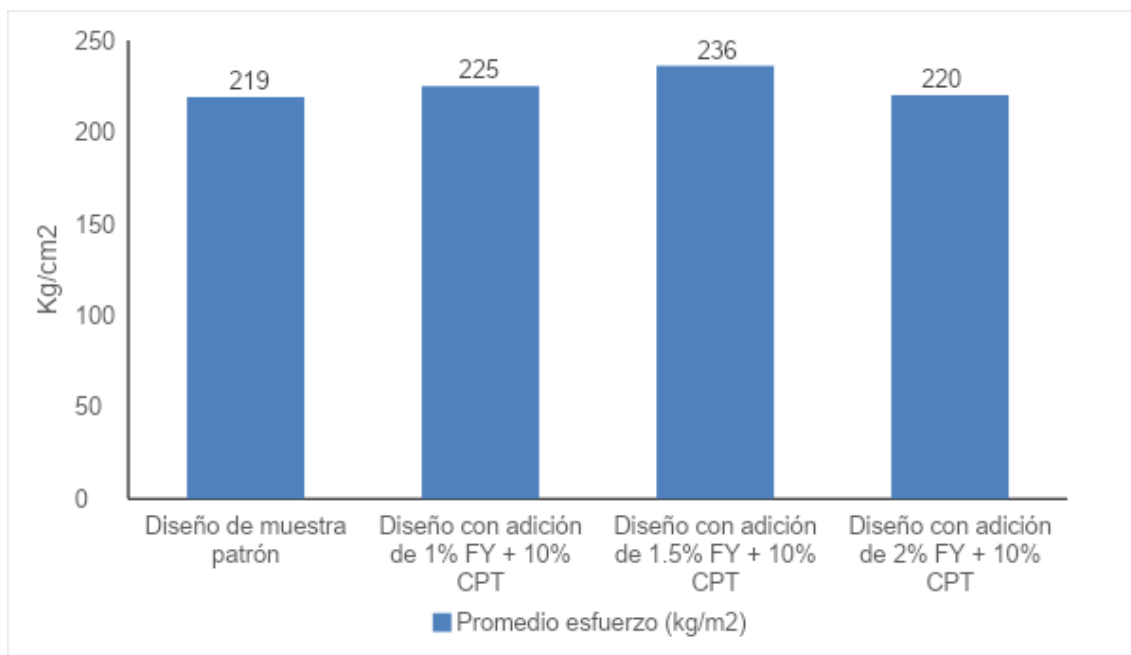


Figura 28. Resistencia a compresión a los 28 días. Fuente: elaboración propia

Interpretación: tomando la tabla 16 y figura 28, se consideró como referente la muestra patrón con un esfuerzo promedio de 219 kg/m²; así, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento del 3.2% (225 kg/m²), para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT hubo un aumento de 8.2% (236 kg/m²) y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento de 0.6% (220 kg/m²), evidenciándose una reducción con respecto a las dos dosificaciones anteriores.

Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días: siguiendo la ASTM C78/ NTP 339.078, se determinó el módulo de rotura, donde se empleó una carga continuamente hasta un esfuerzo de la fibra extrema, de 861 a 1207 kPa/min hasta que ocurra la rotura, luego de posicionar el espécimen ente los bloques de carga, como se aprecia en la figura 29.



Figura 29. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días. Fuente: elaboración propia

Los datos determinados de resistencia a flexión a los 7 días se señalan en la tabla 17.

Tabla 17. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días

Descripción	Módulo de rotura (kg/m ²) Unidad de probeta cilíndrica			Módulo de rotura promedio (kg/m ²)
	E-01	E-02	E-03	
Diseño de muestra patrón	39.6	39.7	38.1	39.1
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	42.8	42.2	42.7	42.6
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	47.5	46.0	48.7	47.4
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	42.3	41.9	42.2	42.1

Fuente: elaboración propia

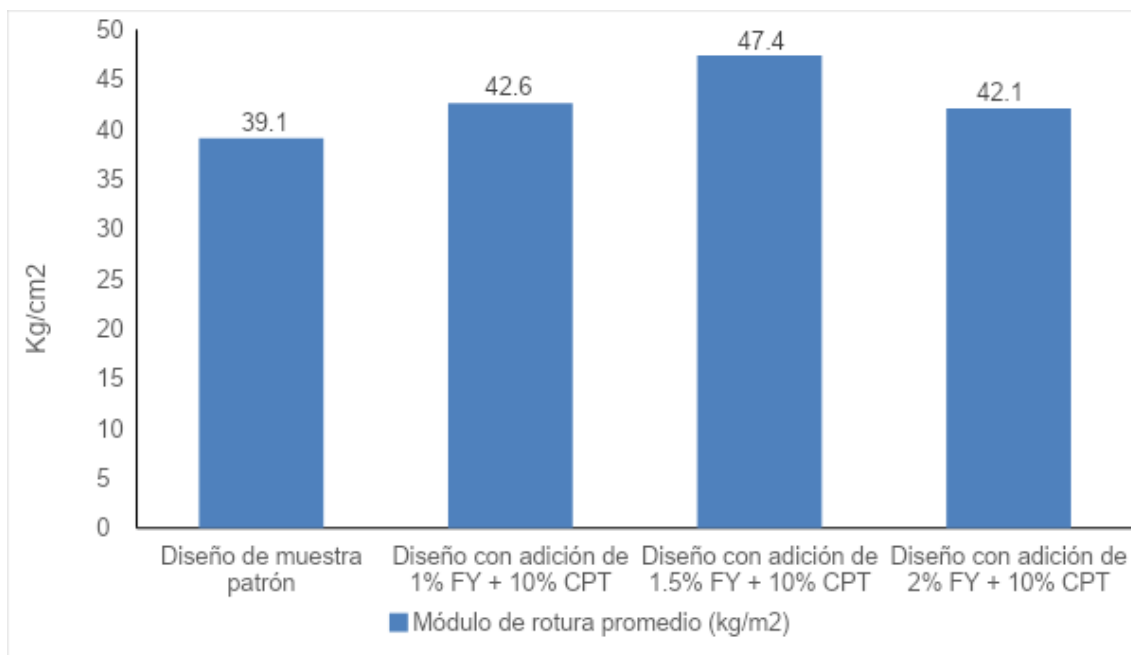


Figura 30. Ensayo de resistencia a flexión a los 7 días. Fuente: elaboración propia

Interpretación: tomando la tabla 17 y figura 30 referente al ensayo de resistencia a flexión a los 7 días, se consideró como referente la muestra patrón con un esfuerzo promedio de 39.1 kg/m²; así, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento a 42.6 kg/m², para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT hubo un aumento a 47.4 kg/m² y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento a 42.1 kg/m², evidenciándose una reducción con respecto a las dos dosificaciones anteriores.

Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días: de igual manera se siguió con la ASTM C78/ NTP 339.078, determinándose el módulo de rotura luego del secado de 28 días, donde se empleó una carga continuamente hasta un esfuerzo de la fibra extrema, de 861 a 1207 kPa/min hasta que ocurra la rotura, luego de posicionar el espécimen ente los bloques de carga, como se aprecia en la figura 31.



Figura 31. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días. Fuente: elaboración propia

Los datos determinados de resistencia a flexión a los 28 días se señalan en la tabla 18.

Tabla 18. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días

Descripción	Módulo de rotura (kg/m ²) Unidad de probeta cilíndrica			Módulo de rotura promedio (kg/m ²)
	E-01	E-02	E-03	
Diseño de muestra patrón	43.8	44.0	43.9	43.9
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT	47.3	47.4	47.5	47.4
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	52.0	51.8	51.8	51.9
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	44.1	44.3	44.4	44.2

Fuente: elaboración propia

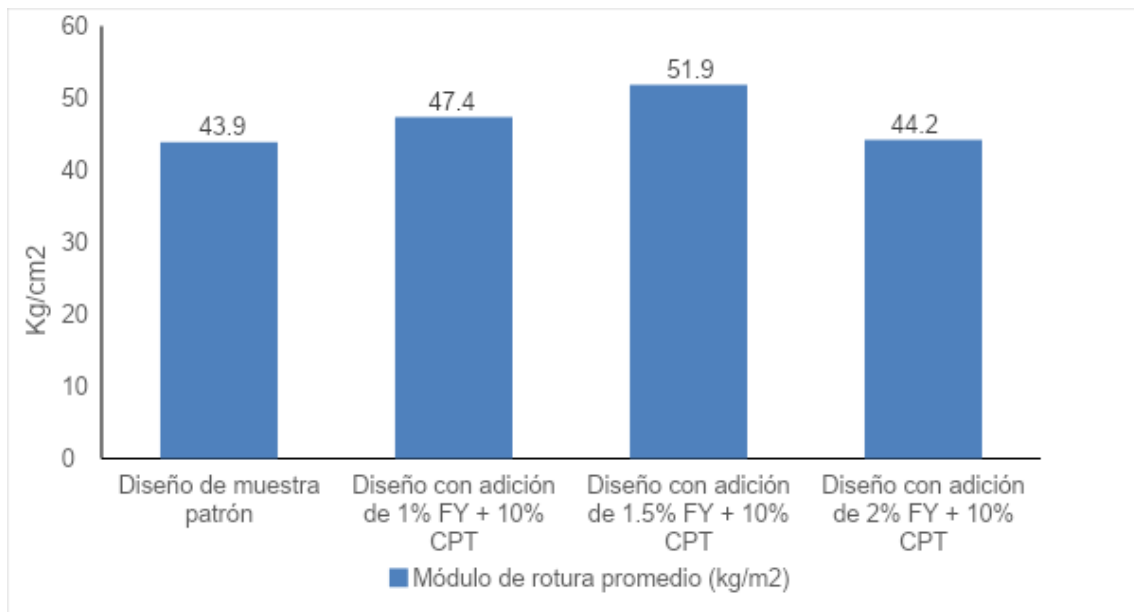


Figura 32. Ensayo de resistencia a flexión a los 28 días. Fuente: elaboración propia

Interpretación: tomando la tabla 18 y figura 32 referente al ensayo de resistencia a flexión a los 8 días, se consideró como referente la muestra patrón con un esfuerzo promedio de 43.9 kg/m²; así, para la dosificación de 1% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento a 47.4 kg/m², para la dosificación de 1.5% FY + 10% CPT hubo un aumento a 51.9 kg/m² y en la dosificación de 2% FY + 10% CPT se obtuvo un incremento a 44.2 kg/m², evidenciándose una reducción con respecto a las dos dosificaciones anteriores.

Prueba de hipótesis

Hipótesis específica N° 1

H₀: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo no incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos.

H_a: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos.

Significancia: 5%.

Decisión: se constata H_a si p-valor < 0.05.

Ensayo de consistencia

Para comprobar que, de acuerdo con las repeticiones, se aprecian diferencias significativas entre los distintos tipos de diseño se ha desarrollado la prueba de ANOVA al 5%, como se aprecia en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la prueba de ANOVA para consistencia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12.849	3	4.283	117.476	<0.001
Dentro de grupos	0.292	8	0.036		
Total	13.141	11			

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como la significancia de la prueba o p-valor se ubica por debajo al 5% fijado ($p\text{-valor} < 0.05$) de la tabla 19, se observan diferencias significativas en la consistencia (slump), lo que demuestra que existe al menos una combinación de FY y CPT que obtuvo un mejor desempeño, lo cual se dilucida en la tabla 20 que contiene la prueba de Tukey.

Tabla 20. Prueba de Tukey para consistencia

Descripción	Subconjunto para alfa = 0.05			
	1	2	3	4
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT	1			
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT		2		
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT			3	
Diseño de muestra patrón				4

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados de la tabla 20, el diseño de muestra patrón generó la mejor consistencia.

Peso unitario

Para comprobar que, de acuerdo con las repeticiones, se aprecian diferencias significativas entre los distintos tipos de diseño se ha desarrollado la prueba de ANOVA al 5%, como se aprecia en la tabla 21.

Tabla 21. Resultados de la prueba de ANOVA para peso unitario

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,884.333	3	1,628.111	1,395.524	<0.001
Dentro de grupos	9.333	8	1.167		
Total	4,893.667	11			

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como la significancia de la prueba o p-valor se ubica por debajo al 5% fijado ($p\text{-valor} < 0.05$) de la tabla 21, se observan diferencias significativas en el peso unitario, lo que demuestra que existe al menos una combinación de FY y CPT que obtuvo un mejor desempeño, lo cual se dilucida en la tabla 22 que contiene la prueba de Tukey.

Tabla 22. Prueba de Tukey para peso unitario

Descripción	Subconjunto para alfa = 0.05			
	1	2	3	4
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT	2,359			
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT		2,371		
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT			2,377	
Diseño de muestra patrón				2,413

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados de la tabla 22, el diseño de muestra patrón generó el mejor peso unitario.

Contenido de aire

Para comprobar que, de acuerdo con las repeticiones, se aprecian diferencias significativas entre los distintos tipos de diseño se ha desarrollado la prueba de ANOVA al 5%, como se aprecia en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados de la prueba de ANOVA para contenido de aire

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.549	3	0.183	36,611	<0.001
Dentro de grupos	0.040	8	0.005		
Total	0.589	11			

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como la significancia de la prueba o p-valor se ubica por debajo al 5% fijado ($p\text{-valor} < 0.05$) de la tabla 23, se observan diferencias significativas en el contenido de aire, lo que demuestra que existe al menos una combinación de FY y CPT que obtuvo un mejor desempeño, lo cual se dilucida en la tabla 24 que contiene la prueba de Tukey.

Tabla 24. Prueba de Tukey para contenido de aire

Descripción	Subconjunto para alfa = 0.05		
	1	2	3
Diseño de muestra patrón	1.4		
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT		1.7	
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT		1.7	1.9
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT			2.0

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados de la tabla 24, el diseño de muestra patrón generó el mejor contenido de aire.

De esta manera, se confirma que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos, visto que se observaron diferencias significativas en la consistencia, el peso unitario y contenido de aire.

Hipótesis específica N° 2

H0: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo no incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos.

Ha: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos.

Significancia: 5%.

Decisión: se constata Ha si $p\text{-valor} < 0.05$.

Resistencia a la compresión a 28 días

Para comprobar que, de acuerdo con las repeticiones, se aprecian diferencias significativas entre los distintos tipos de diseño se ha desarrollado la prueba de ANOVA al 5%, como se aprecia en la tabla 25.

Tabla 25. Prueba de ANOVA para resistencia a compresión (edad 28 días)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	580.92	3	163.64	774.56	< 0.001
Dentro de grupos	2	8	0.25		
Total	582.92	11			

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como la significancia de la prueba o p-valor se ubica por debajo al 5% fijado ($p\text{-valor} < 0.05$) de la tabla 25, se observan diferencias significativas en la resistencia a la compresión a 28 días, lo que demuestra que existe al menos una combinación de FY y CPT que obtuvo un mejor desempeño, lo cual se dilucida en la tabla 26 que contiene la prueba de Tukey.

Tabla 26. Prueba de Tukey para resistencia a compresión (edad 28 días)

Descripción	Subconjunto para alfa = 0.05			
	1	2	3	4
Diseño de muestra patrón	219			
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT		220		
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT			225	
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT				236

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados de la tabla 26, el diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT obtuvo la mejor resistencia a la compresión a 28 días con 236 kg/m² y la muestra patrón fue la de peor desempeño.

Resistencia a la flexión a 28 días

Para comprobar que, de acuerdo con las repeticiones, se aprecian diferencias significativas entre los distintos tipos de diseño se ha desarrollado la prueba de ANOVA al 5%, como se aprecia en la tabla 27.

Tabla 27. Prueba de ANOVA para resistencia a flexión (edad 28 días)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	122.54	3	40.85	2,883.20	< 0.001
Dentro de grupos	0.11	8	0.01		
Total	122.65	11			

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como la significancia de la prueba o p-valor se ubica por debajo al 5% fijado ($p\text{-valor} < 0.05$) de la tabla 27, se observan diferencias significativas en la resistencia a la flexión a 28 días, lo que demuestra que existe al menos una combinación de FY y CPT que obtuvo un mejor desempeño, lo cual se dilucida en la tabla 28 que contiene la prueba de Tukey.

Tabla 28. Prueba de Tukey para resistencia a flexión (edad 28 días)

Descripción	Subconjunto para alfa = 0.05			
	1	2	3	4
Diseño de muestra patrón	43.9			
Diseño con adición de 2% FY + 10% CPT		44.2		
Diseño con adición de 1% FY + 10% CPT			47.4	
Diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT				51.9

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De acuerdo con los resultados de la tabla 28, el diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT obtuvo la mejor resistencia a la flexión a 28 días con 51.9 kg/m² y la muestra patrón fue la de peor desempeño.

Hipótesis general

H0: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos.

Ha: La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos.

Significancia: 5%.

Decisión: se constata Ha si $p\text{-valor} < 0.05$.

Con base a los resultados de las tablas 19, 21, 23, 25 y 27 se comprueba Ha al 5% de significancia.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. En términos del objetivo general, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos al 5% de significancia. De esta manera, se obtuvo que el diseño óptimo fue con adición de 1.5% FY + 10% CPT, encontrándose que la resistencia a la compresión y flexión a los 28 días más altas se ubicaron en 236 kg/cm² y en 51.9 kg/cm², respectivamente, mientras que el slump fue de 2", el peso unitario fue de 2,359 kg/m³ y el contenido de aire fue de 1.9%.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Mas et al. (2022), quienes hallaron que las propiedades del concreto mejoran con el porcentaje de 1.0% de fibra de ichu, también concuerdan con lo encontrado por Coronel et al. (2019), al usar 5% de adición de residuo de la caña. De igual modo, Bringas-Rodríguez et al. (2022) encontraron que la resistencia a la compresión máxima se obtuvo con 8% de adición de coco y Huaquisto y Quenta (2021), la obtuvieron con la adición de 5% de fibras de origen vegetal.

Por su parte, Bheel et al. (2021) determinaron que la concentración de 0.5% de fibra de yute y de 30% de ceniza de paja de trigo exhibió el mejor desempeño del concreto, Tiwari et al. (2020) registraron que esto se cumplió con el 1.5% de fibra de yute y Dayanda et al. (2019) con 0.4% de esta fibra en bruto.

Discusión 2. Con respecto al primer objetivo específico, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos al 5% de significancia. Así, en primer lugar, se apreció una reducción del slump de 4" en el diseño de muestra patrón hasta 1" en el diseño con adición de 2% FY + 10% CPT, que refleja que hay una reducción de la fluidez en la consistencia en la mezcla del concreto, observándose que se hace más gruesa y seca, lo cual es apropiado para concreto para cimientos. En este caso, solo el diseño con adición de 2% FY + 10% CPT incumple con el estándar previsto de 2" y 4", bajo los parámetros de la NTP 339.035.

Esta mejora en este indicador también fue encontrada por Binti et al. (2022), al añadir 20% de ceniza de paja de trigo, logrando que el asentamiento se

incrementara en 82.3% y por Bheel et al. (2021), quienes con el 20% ceniza de paja de trigo mejoraron el asentamiento en 52%.

No obstante, los resultados difieren a lo determinado por otro estudio elaborado por Bheel et al. (2021), quienes hallaron que el asentamiento óptimo fue notado como 58 mm y obtenido con el diseño patrón, en comparación con adiciones 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1% de fibra de yute como material de refuerzo y 10%, 20%, 30% y 40% de cenizas de paja de trigo.

Por otro lado, en el presente estudio se apreció una reducción del peso unitario del concreto de 2,413 kg/m³ con el diseño de muestra patrón hasta 2,359 kg/m³ en el diseño con adición de 1% FY + 10% CPT, reflejando una disminución de 2.24%; no obstante, el valor obtenido en cada diseño supera el estándar de 2,300 kg/m³. Asimismo, se apreció que el contenido de aire se elevó de 1.4% con el diseño de muestra patrón hasta 2.0% en el diseño con adición de 2% FY + 10% CPT, siendo un valor adecuado (< 10%) aunque reduce un poco la trabajabilidad del concreto.

Estos resultados son similares a los hallados por Tiwari et al. (2020), quienes encontraron que la trabajabilidad del concreto se reduce al adicionar 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra de yute. De igual manera, Dayanda et al. (2019) comprobaron que a mayor adición de fibras de yute en bruto, la trabajabilidad del concreto se reduce.

Discusión 3. En referencia al segundo objetivo específico, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos al 5% de significancia. De esta manera, se encontró que la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días se incrementó de 164 kg/cm² y 219 kg/cm² obtenidos en el de muestra patrón a 191 kg/cm² y 236 kg/cm² en el diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT, siendo la mejora estadísticamente significativa para los 28 días según la prueba de ANOVA ($F = 774.56$, $p < 0.01$). Además, se observó que el valor de esta resistencia se redujo con la adición de 2% FY + 10% CPT, pero siguió estando por encima de lo obtenido de la muestra patrón con 175 kg/cm² y 220 kg/cm², respectivamente.

Este resultado coincide con lo encontrado por las investigaciones realizadas en el país por Mas et al. (2022), quienes al agregar 1.0% de fibra de ichu lograron mejorar la resistencia a la compresión del concreto en 11% a los 28 días, hasta alcanzar 231.60 kg/cm² y por Bringas-Rodríguez et al. (2022), cuyo estudio encontró que con el 8% de adición de fibra de coco se mejoró la resistencia a la compresión.

Además, este estudio concuerda con lo encontrado por Huaquisto y Quenta (2021), quienes al adicionar distintas fibras de origen vegetal, encontraron que la resistencia a compresión se incrementó hasta la adición de 5%, pero luego bajaba hasta incluso por debajo de la muestra patrón. De igual modo, Silupu et al. (2019) también encontraron que la adición de gabazo de caña de azúcar mejoró la resistencia a la compresión del concreto con una dosificación óptima del 5%, visto que luego de allí se reducía el valor de este indicador.

En el estudio internacional de Binti et al. (2022), también se observó que la resistencia a la compresión se incrementó al comparar la muestra patrón con la adición de 10% de ceniza de paja de trigo y luego se redujo con las adiciones de 15% y 20%. Adicionalmente, Bheel et al. (2021) comprobaron que la adición de yute de 0.5% y de paja de trigo al 30% optimizó la resistencia a la compresión.

Por otro lado, Tiwari et al. (2020) observaron que la máxima resistencia a la compresión se logró con una adición del 1.5% de fibra de yute, luego de allí disminuyó y Dayanda et al. (2019), encontró el mismo desempeño con la adición de 0.4% de fibras de yute en bruto, siendo un comportamiento similar al registrado en el presente estudio.

No obstante, los resultados obtenidos difieren de lo determinado por Coronel et al. (2019), quienes encontraron que la adición de 5%, 10%, 15% y 20% de residuo de azúcar redujo la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de 292.66 kg/cm² (diseño patrón) a 122.99 kg/cm² (20% de adición).

Por otro lado, que la resistencia a la flexión a los 7 y 28 días mejoró de 39.1 kg/cm² y 43.9 kg/cm² obtenidos en el de muestra patrón a 47.4 kg/cm² y 51.9 kg/cm² en el diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT, siendo la mejora estadísticamente significativa para los 28 días según la prueba de ANOVA ($F = 2,883.20$, $p < 0.01$). Además, se observó que el valor de esta resistencia se

redujo con la adición de 2% FY + 10% CPT, pero siguió estando por encima de lo obtenido de la muestra patrón con 42.1 kg/cm² y 44.2 kg/cm², respectivamente.

Este resultado coincide con lo encontrado por el estudio nacional de Mas et al. (2022), quienes al agregar 1.0% de fibra de ichu lograron mejorar la resistencia a la flexión del concreto en 9% a los 28 días, hasta alcanzar 83.10 kg/cm². Por el contrario, los resultados obtenidos difieren de lo determinado por Coronel et al. (2019), quienes encontraron que la adición de 5%, 10%, 15% y 20% de residuo de azúcar redujo la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de 6.61 kg/cm² (diseño patrón) a 3.2 kg/cm² (20% de adición).

VII. CONCLUSIONES

Conclusión 1. En cuanto al objetivo general, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos, encontrándose niveles más adecuados en el asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, siendo el diseño óptimo de 1.5% FY + 10% CPT.

Conclusión 2. En referencia al primer objetivo específico, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos. Así, se obtuvo una disminución del slump de 4" en el diseño de muestra patrón hasta 1" en el diseño con adición de 2% FY + 10% CPT, así como una reducción del peso unitario de 2,413 kg/m³ con el diseño de muestra patrón hasta 2,359 kg/m³ y un incremento del contenido de aire de 1.4% a 2.0%. Además, estas variaciones fueron constatadas con el uso de la prueba ANOVA ($p < 0.05$).

Conclusión 3. En términos del segundo primer objetivo específico, se comprobó que la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos. Así, se obtuvo incremento de la resistencia a compresión de 164 kg/cm² (7 días) y 219 kg/cm² (28 días) del diseño patrón a 191 kg/cm² (7 días) y 236 kg/cm² (28 días) en el diseño con adición de 1.5% FY + 10% CPT, así como en la resistencia a la flexión de 39.1 kg/cm² (7 días) y 43.9 kg/cm² (28 días) a 47.4 kg/cm² (7 días) y 51.9 kg/cm² (28 días), respectivamente. Además, estas mejoras fueron constatadas con el uso de la prueba ANOVA ($p < 0.05$).

VIII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1. Considerar el uso de otras dosificaciones de ceniza de paja de trigo; en este caso, incluir porcentaje de 5% y 15% para medir su influencia en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimentaciones.

Recomendación 2. Adicionar fibra de yute con longitudes menores de 5 mm a 10 mm, con la finalidad de obtener una mejor trabajabilidad y el porcentaje de porosidad del concreto.

Recomendación 3. Incluir el uso de otras fibras vegetales como la ceniza de bráctea con fibra de yute, que también crece en importantes plantaciones en el Perú, lo cual puede ser estudiado por otros investigadores.

REFERENCIAS

- AHMAD, M., y OTROS. 2019. *Experimental investigation of pozzolanic concrete containing wheat straw ash*. 6, 2019, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 46, pp. 1-43.
- AHMAD, W., Y OTROS. 2020. *Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete*. 1075, 2020, Materials, Vol. 13, págs. 1-22.
- AHMAD, J., y OTROS. 2022. *Performance of concrete reinforced with jute fibers (natural fibers): A review*. 2022, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, Vol. 7, pp. 1-17.
- AGRARIA. 2022. Mediante la Ley N° 31517: Congreso declara de interés nacional y necesidad pública el cultivo del yute para impulsar la economía local, regional y nacional. [Online] 2022. <https://agraria.pe/noticias/congreso-declara-de-interes-nacional-y-necesidad-publica-el--28716>.
- AL-KADHIM, M., RAZZQ, A. y MAHDI, Z. 2021. *Studying the behavior of the concrete mixture with wheat wheat straw as part of the cement*. 012174, 2021, IICESAT Conference, College of Material Engineering, University of Babylon, Iraq, Vol. 1973, pp. 1-7.
- ANDINA. 2021b. Precios de Materiales de Construcción aumentaron 0.75% en noviembre. [Online] 2021b. <https://andina.pe/agencia/noticia-precios-materiales-construccion->.
- ANDINA. 2021a. Sector Construcción creció 231.9% en segundo trimestre 2021. [Online] 2021a. <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-construccion-crecio-2319-segundo-trimestre-2021-858720.aspx>.
- ARIAS, J., y COVINOS, M. 2021. *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL.
- BHEEL, N., y OTROS. 2021. *Effect of wheat straw ash on fresh and hardened concrete reinforced with jute fiber*. 6659125, 2021, Hindawi / Advances in Civil Engineering, pp. 1-11.

- BHEEL, N., y OTROS. 2021. *Mechanical performance of concrete incorporating wheat straw ash as partial replacement of cement*. 4, 2021, Journal of Building Pathology and Rehabilitation , Vol. 6, pp. 1-7.
- BINTI, H., y OTROS. 2022. *Workability, strength, modulus of elasticity, and permeability feature of wheat straw ash-incorporated hydraulic cement concrete*. 9, 2022, Buildings, Vol. 12.
- BRINGAS-RODRÍGUEZ, V., et al. 2022. *Study of mechanical behavior of geopolymeric mortars reinforced with ichu fibers*. 2022, Key Engineering Materials, Vol. 931, pp. 167-174.
- CAI, Y., y OTROS. 2021. *An experimental and numerical investigation of coarse aggregate settlement in fresh concrete under vibration*. 104153, 2021, Cement and Concrete Composites, Vol. 122, pp. 1-12.
- CARRASCO, S. 2017. *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: SanMarcos.
- CHACÓN, J., y OTROS. 2021. *Evaluación y reforzamiento de una estructura patrimonial de adobe con irregularidad en planta*. 1, 2021, Revista Politécnica, Vol. 47, págs. 43-56. 2477-8990.
- CHARITHA, V., y OTROS. 2021. *Use of different agro-waste ashes in concrete for effective upcycling*. 122851, 2021, Construction and Building Materials, Vol. 285, pp. 1-17.
- CORONEL, R. MUÑOZ, S. y RODRÍGUEZ, E. 2021. Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto. Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación. Agosto-Diciembre2021. Vol. 8/No. 21, pp. 45-60. ISSN: 2313-1926, versioelectrónica
- DAYANANDA, N., KEERTHIGOWDA, B. Y PRASAD, E. 2019. *A study on compressive strength attributes of jute fiber reinforced cement concrete composites*. 012069, 2018, OP Conf. Series: Materials Science and Engineering , Vol. 376, pp. 1-6.

DÍAZ, R., CHINCHAY, R. y CONTRERAS, J. 2020. *Resistencia a la compresión del concreto utilizado en cimentaciones de las edificaciones comunes en la ciudad de Jaén*. 2, 2020, Revista Pakamuros, Vol. 8, pp. 37-49.

EL COMERCIO. 2019. Producción de industria del trigo crecería ligeramente este 2019, prevé Scotiabank. [Online] 2019. <https://elcomercio.pe/economia/peru/produccion-industria-trigo-creceria-ligeramente-2019-preve-scotiabank-noticia-nndc-632959-noticia/>.

FAROOQI, M. y ALI, M. 2019. *Effect of pre-treatment and content of wheat straw on energy absorption*. 224, 2019, pp. 572-583.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, P. 2014. *Metodología de la investigación*. D.F., México: Mc Graw Hill.

HUAQUISTO, S. y QUENTA, D. 2021. *Resistencia del concreto con inclusión de ceniza*. 1, 2021, Journal of Research and Innovation in Civil Engineering, Vol. 1, pp. 9-13.

JOSA, I., y OTROS. 2020. *Evaluación de la sostenibilidad de materiales para elementos estructurales de cubiertas*. 2020, VIII Congreso de la Asociación Española de Ingeniería Estructural ACHE, Vol. 8, págs. 1-10.

KRISHNA, N., y OTROS. 2018. *Enhancement of properties of concrete using natural fibers*. 2018, Materials Today: Proceedings , Vol. 5, pp. 23816-23817.

ISLAM, M. y AHMED, S. 2018. *Influence of jute fiber on concrete properties*. 2018, Construction and Building Materials, Vol. 189, pp. 768-776.

MAS, J., SOLANO, R. y CARRERA, E. 2022. *Sustainable concrete with coconut fibers to improve its mechanical characteristics in buildings*. 2022, Materials Science Forum, Vol. 1060, pp. 187-193.

MENDOZA, J. y VANGA, M. 2020. *Realidad y expectativa sobre la construcción sostenible en Ecuador*. 43, 2020, Revista SAn Gregorio, págs. 1-13. 1390-7247.

MUÑOZ, S., y OTROS. 2021. *Propiedades físicas y mecánicas del concreto fabricado con agregado reciclado: Una revisión literaria*. 1, 2021, Respuestas, Vol. 26.

- PAN, J., GAO, X. y YE, H. 2021. *Influence of rheological behavior of mortar matrix on fresh concrete segregation and bleeding*. 2021, Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering , Vol. 45, pp. 1281-1295.
- SILUPU, J., SICHEZ, J. y REYNA, C. 2019. *Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. 1, 2019, Pueblo Continente, Vol. 30.
- SYED, H., NERELLA, R. y CHAND, S. 2020. *Role of coconut coir fiber in concrete*. 2, 2020, Materials Today: Proceeding, Vol. 27, pp. 1104-1110.
- TIWARI, S., SAHU, A. y PATHAK, R. 2020. *Mechanical properties and durability study of jute fiber reinforced concrete*. 012009, 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 961, pp. 1-14.
- WU, H., LIN, X. Y ZHOU, A. 2020. *A review of mechanical properties of fibre reinforced concrete at elevated temperatures*. 106117, 2020, Cement and Concrete Research, Vol. 135, pp. 1-21.
- ZHANG, T., y OTROS 2019. *Mechanical properties of jute fiber-reinforced high-strength concrete*. 2019, Structural Concrete, pp. 1-10.
- ZHUANG, C. y CHEN, Y. 2019. *The effect of nano-SiO₂ on concrete properties: a review*. 8, 2019, Nanotechnol Rev , pp. 562-572.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Unidad	Escala de medición
Fibra de yute (V.I.)	Abrar y Ali (2021) señalan que la adición de fibras de yute es una fibra vegetal que, por su menor costo, su naturaleza ecológica, su ligereza y buenas propiedades físicas puede agregarse al concreto	La variable se operacionaliza en % de adición de fibra de yute, longitud y diámetro (Abrar y Ali, 2021).	% de adición de fibra de yute	1, 1.5 y 2	%	Proporción
			Longitud	10 a 20	mm	Razón
			Diámetro	0.08 a 0.12	mm	Razón
Ceniza de paja de trigo (V.I.)	Bheel et al. (2021) destacan que la paja de trigo es un subproducto de la actividad agrícola, el cual al agregarse al concreto puede mejorar sus condiciones	La variable se operacionaliza en % de adición de ceniza de paja de trigo y granulometría (Bheel et al., 2021)	% de adición de ceniza paja de trigo	10	%	Proporción
			Granulometría	Análisis granulométrico	mm	Razón
Propiedades físico-mecánicas (V.D.)	Muñoz et al. (2021) indican que las propiedades físicas reflejan el estado del concreto, siendo visibles y medibles, mientras que las mecánicas se refieren al conjunto de parámetros que permiten evaluar el comportamiento del concreto ante diferentes situaciones.	La variable se operacionaliza en propiedades físicas y mecánicas (Muñoz et al., 2021).	Propiedades físicas	Asentamiento	"	Razón
				Peso unitario	kg/m ³	Razón
				Contenido de aire	%	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Razón
				Resistencia a la flexión	kg/cm ²	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título de proyecto					
Efecto de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos.					
Problemas	Objetivos		Hipótesis	Operacionalización	Metodología
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variable	Dimensión	<p>TIPO DE INVESTIGACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada. <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuasi-experimental. <p>POBLACION:</p> <p>60 concretos $f'c=210$ kg/cm²</p> <ul style="list-style-type: none"> • MUESTRA: 60 concretos $f'c=210$ kg/cm² (muestra censal) <p>TECNICA DE INVESTIGACION:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación. • Análisis documental <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formatos estandarizados de laboratorio
¿Cuál es el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos?	Determinar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos	La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto para cimientos	Independiente		
			Fibra de yute	% de adición de fibra de yute	
				Longitud	
			Ceniza de paja de trigo	% de adición de paja de trigo	
Longitud					
Problemas Específicos	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	Dependiente		
¿Qué efecto produce la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas del concreto para cimientos?	Evaluar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades físicas del concreto para cimientos	La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades físicas del concreto para cimientos	Propiedades físico-mecánicas	Propiedades físicas	
¿Cuál es el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos?	Determinar el efecto de la adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos	La adición de fibra de yute con ceniza de paja de trigo incide significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para cimientos		Propiedades mecánicas	



Esta Acreditación está cubierta por los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral suscritos por ONAC con



ONAC ACREDITA A:

PINZUAR S.A.S
800.006.900-3

Km 2 vía puente piedra - Parque industrial san isidro bodega c1, Madrid, Cundinamarca, Colombia

La acreditación de este Organismo de Evaluación de la Conformidad se ha realizado con respecto a los requisitos especificados en la norma internacional:

ISO/IEC 17025:2017

Requisitos generales para la competencia de laboratorios de calibración y de ensayo.

Esta Acreditación es aplicable al alcance establecido en el anexo de este certificado, identificado con el código:

11-LAC-004

Fecha publicación del Otorgamiento:

2011-08-29

Fecha de Renovación:

2019-08-29

Fecha publicación última actualización:

2022-04-07

Fecha de vencimiento:

2024-08-28

La vigencia de este certificado puede ser verificada en onac.org.co/directorio-de-acreditados/buscador-por-organismo o escaneando el código QR



Alfonso Giraldo
Director Ejecutivo



ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.					
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG1	Masa	1 mg 2 mg 5 mg 10 mg 20 mg 50 mg 100 mg 200 mg 500 mg	0.067 mg 0.067 mg 0.067 mg 0.083 mg 0.10 mg 0.13 mg 0.17 mg 0.20 mg 0.27 mg	Pesas OIML clase M ₁ , M ₂ , M ₃	Juego de pesas OIML Clase E ₁ de 1 mg a 1 kg Instrumento de pesaje: 40 g, d + 0.01 mg	NTC 184B Pesas de clase E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₂₀ y M ₃₀ Parte 1: Requisitos metroológicos y Técnicos. Generalidades 2007- 04-18 Numerales 41 - 42 - 5 - 5.1 - 5.2 - 5.3 - 6 - 12 - 13 anexo B-B 4 anexo C
DG1	Masa	1 g 2 g 5 g 10 g 20 g 50 g 100 g 200 g 500 g 1 000 g	0.033 mg 0.040 mg 0.053 mg 0.067 mg 0.083 mg 0.10 mg 0.17 mg 0.33 mg 0.83 mg 1.7 mg	Pesas OIML clase F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₂ , M ₃	Juego de pesas OIML Clase E ₁ de 1 mg a 1 kg Instrumentos de pesaje: 40 g, d + 0.01 mg 200 g, d + 0.1 mg 1 000 g, d + 1 mg	NTC 184B Pesas de clase E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₂₀ y M ₃₀ Parte 1: Requisitos metroológicos y Técnicos. Generalidades 2007- 04-18 Numerales 41 - 42 - 5 - 5.1 - 5.2 - 5.3 - 6 - 12 - 13 anexo B-B 4 anexo C

Esta Acreditación está cubierta por los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral suscritos por ONAC con



ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S
11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.					
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG1	Masa	2 kg 5 kg 10 kg 20 kg	33 mg 83 mg 0,17 g 0,33 g	Pesas OIML clase M ₁ , M ₂ , M ₃	Juego de pesas OIML Clase F ₁ de 1 mg a 10 kg Instrumentos de pesaje: 6,2 kg, d - 0,01 g 34 kg, d - 0,1 g	NTC 1848 Pesas de clase E, E ₁ , F, F ₁ , M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₃₀ , Y M ₃₀ Parte 1: Requisitos metroológicos y Técnicos. Generalidades 2007-04-18 Numerales 41 - 42 - 5 - 51 - 52 - 53 - 6 - 12 - 13 anexo B-B 4 anexo C
DC3	Longitud	125 mm ± / ± 3,15 mm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de 5 in a la 3,15 mm)	Abertura malla 15 µm Diámetro 15 µm	Tamiz	Pie de rey digital d - 0,01 mm	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	2,8 mm ± / ± 1,4 mm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de la No. 7 a la No. 14)	Abertura malla 6,5 µm Diámetro 6,5 µm	Tamiz	Estéreo microscopio	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	1,25 mm ± / ± 800 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de la 1,25 mm a 800 µm)	Abertura malla 5,4 µm Diámetro 5,4 µm	Tamiz	Estéreo microscopio	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S
11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.					
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DC3	Longitud	710 µm ± / ± 500 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de la No. 25 a la No. 35)	Abertura malla 3,3 µm Diámetro 3,3 µm	Tamiz	Estéreo microscopio	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	450 µm ± / ± 315 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de 450 µm a 315 µm)	Abertura malla 2,4 µm Diámetro 2,4 µm	Tamiz	Estéreo microscopio	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	300 µm ± / ± 212 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de la No. 50 a la No. 70)	Abertura malla 2,1 µm Diámetro 2,1 µm	Tamiz	Estéreo microscopio	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	200 µm ± / ± 106 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de 200 µm a la No. 140)	Abertura malla 0,76 µm Diámetro 0,76 µm	Tamiz	Microscopio episcópico	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	100 µm ± / ± 53 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de 100 µm a la No. 270)	Abertura malla 0,67 µm Diámetro 0,67 µm	Tamiz	Microscopio episcópico	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S
11-LAC-004
ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017
Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
DC3	Longitud	50 µm ≤ l ≤ 20 µm (Tabla 1. ASTM E11-20, mallas de 50 µm a la No. 500)	Abertura malla 0.63 µm Diámetro 0.63 µm	Tamiz	Microscopio episcópico	ASTM E11-20 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.
DC3	Longitud	0 mm < l ≤ 300 mm	11 µm	Pie de rey (medición exteriores) Indicación: digital, circular o norio. d ± 0.01 mm	Juego de bloques patrón grado 0 (0.5 mm a 100 mm)	Procedimiento DI-008 para la calibración de pies de rey del Centro de Metrología Español, edición digital 1
DC3	Longitud	0 mm < l ≤ 300 mm	10 µm	Pie de rey (medición interiores) Indicación: digital, circular o norio. d ± 0.01 mm	Juego de bloques patrón grado 0 (25 mm a 100 mm)	
DC3	Longitud	0 mm < l ≤ 300 mm	6.0 µm	Pie de rey (medición profundidad) Indicación: digital, circular o norio. d ± 0.01 mm	Juego de bloques patrón grado 0 (0.5 mm a 100 mm)	
DC3	Longitud	0 mm < l ≤ 300 mm	0.68 µm	Micrómetro para mediciones exteriores Indicación: analógica o digital d ± 0.001 mm	Juego de bloques patrón grado 0 (0.5 mm a 100 mm) Juego de bloques patrón grado 0 (25 mm a 100 mm)	Procedimiento DI-005 para la calibración de micrómetros para mediciones exteriores del Centro de Metrología Español, edición digital 1

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S
11-LAC-004
ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017
Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
DC3	Longitud	0 mm < l ≤ 25 mm	1.0 µm	Comparador de carátula Indicación analógica o digital d ± 0.0001 mm	Banco patrón calibrador de comparadores de carátula (25 mm x 0.1 µm)	Procedimiento DI-010 para la calibración de comparadores mecánicos del Centro de Metrología Español, edición digital 1
DC3	Longitud	0 m < l ≤ 50 m	$U (mm) = 2 \times 10^{-5} L^2 + 0.0111 L + 0.0967$ L en m	Cintas métricas hasta 50 m d ± 0.5 mm	Cintas Métricas, Reglas Graduadas y Banco automatizado para calibración de cintas métricas y Reglas Graduadas d = 0.001 mm	Procedimiento interno LM-PC-10 Calibración de Cintas Métricas y Reglas Graduadas Laboratorio de Metrología Versión 0, 2020-09-02
DC3	Longitud	0 m < l ≤ 2 m	$U (mm) = -4 \times 10^{-6} L^2 + 2 \times 10^{-5} L + 0.0524$ L en mm	Reglas hasta 2 m d ± 0.5 mm		
DG6	Par torsional	0.5 N·m < pt ≤ 5 N·m	$W(%) = -0.0225 Vn2 - 0.0164 Vn + 0.8338$	Llaves Dinamométricas Manuales (Torcómetros)	Transductor de par torsional: 0.5 N·m a 5 N·m Clase: 1.0 5 N·m a 50 N·m Clase: 0.5 50 N·m a 500 N·m Clase: 1.0 100 N·m a 1000 N·m Clase: 1.0	NTC 5330 Herramientas de ensamble para tornillos y tuercas. Torcómetros manuales - herramienta manual de par torsional. Requisitos y métodos de ensayo para la determinación de la conformidad del diseño, la calidad y para el procedimiento de recalibración (2004-12-16) Numerales 1, 2, 3, 4, 5, 1.5, 6, Anexo A y Anexo B.
DG6	Par torsional	5 N·m < pt ≤ 50 N·m	$W(%) = 0.0002 Vn2 - 0.0176 Vn + 0.6659$			
DG6	Par torsional	50 N·m < pt ≤ 500 N·m	$W(%) = 1 \times 10^{-5} Vn2 - 0.0076 Vn + 1.6467$			
DG6	Par torsional	500 N·m < pt ≤ 980.665 N·m	$W(%) = 2 \times 10^{-6} Vn2 + 0.0037 Vn + 1.7076$			
DI2	Temperatura	0 °C	0.048 °C	Termómetros de vidrio de inmersión parcial y total d ± 0.01 °C	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C d = 0.0001 °C Vaso Dewar (punto de hielo)	NT VVS 102 Thermometers, Liquid in Glass, Calibration (1994)

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
Dlz	Temperatura	-20 °C < <i>f</i> ≤ 20 °C	0,039 °C	Termómetros de vidrio de inmersión parcial y total <i>d</i> ± 0,01 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos y bloque seco.	NT VVS 102 Thermometers, Liquid in Glass, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	20 °C < <i>f</i> ≤ 80 °C	0,046 °C	Termómetros de vidrio de inmersión parcial y total <i>d</i> ± 0,01 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos y bloque seco.	NT VVS 102 Thermometers, Liquid in Glass, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	80 °C < <i>f</i> ≤ 250 °C	0,071 °C	Termómetros de vidrio de inmersión parcial y total <i>d</i> ± 0,01 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos y bloque seco.	NT VVS 102 Thermometers, Liquid in Glass, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	-20 °C < <i>f</i> ≤ 80 °C	0,12 °C	Termómetros bimetalicos, analógicos de carátula y registradores de temperatura (analógicos)	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos y bloque seco.	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	80 °C < <i>f</i> ≤ 250 °C	0,13 °C	Termómetros bimetalicos, analógicos de carátula y registradores de temperatura (analógicos)	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos y bloque seco.	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
Dlz	Temperatura	0 °C	0,011 °C	Termómetros digitales <i>d</i> ± 0,001 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos, bloque seco y vaso Dewar (punto de hielo)	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	-20 °C < <i>f</i> ≤ 20 °C	0,014 °C	Termómetros digitales <i>d</i> ± 0,001 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos, bloque seco.	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	20 °C < <i>f</i> ≤ 80 °C	0,026 °C	Termómetros digitales <i>d</i> ± 0,001 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos, bloque seco.	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	80 °C < <i>f</i> ≤ 600 °C	0,031 °C	Termómetros digitales <i>d</i> ± 0,001 °C	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C <i>d</i> ± 0,0001 °C. Medios líquidos, bloque seco.	NT VVS 103 Thermometers, Contact, Direct Reading, Calibration (1994)
Dlz	Temperatura	-20 °C < <i>f</i> ≤ 20 °C	0,020 °C	Termómetros de resistencia	Termómetro digital. Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termómetros de resistencia. Medios líquidos, bloque seco, vaso Dewar (punto de hielo)	DKD-R 5-1 Kalibrierung von Widerstandsthermometern Ausgabe 09/2018

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
D12	Temperatura	20 °C < <i>f</i> ≤ 80 °C	0.037 °C	Termómetros de resistencia	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termómetros de resistencia Medios líquidos, bloque seco.	DKD-R 5-1 Kalibrierung von Widerstandsthermometern Ausgabe 09/2018
D12	Temperatura	80 °C < <i>f</i> ≤ 600 °C	0.044 °C	Termómetros de resistencia	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termómetros de resistencia. Medios líquidos, bloque seco.	DKD-R 5-1 Kalibrierung von Widerstandsthermometern Ausgabe 09/2018
D12	Temperatura	0 °C	0.021 °C	Termopares tipo K, J, B, E, N, R, S, T	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termopares. Medios líquidos, bloque seco, vaso Dewar (punto de hielo)	Euramet CG-8 Guidelines on the Calibration of Thermocouples Versión 3.1 (02/2020)
D12	Temperatura	-20 °C < <i>f</i> ≤ 20 °C	0.022 °C	Termopares tipo K, J, B, E, N, R, S, T	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termopares. Medios líquidos, bloque seco.	Euramet CG-8 Guidelines on the Calibration of Thermocouples Versión 3.1 (02/2020)
D12	Temperatura	20 °C < <i>f</i> ≤ 80 °C	0.030 °C	Termopares tipo K, J, B, E, N, R, S, T	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termopares. Medios líquidos, bloque seco.	Euramet CG-8 Guidelines on the Calibration of Thermocouples Versión 3.1 (02/2020)

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE Calle 18 # 103B - 72, Bogotá D.C.						
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
D12	Temperatura	80 °C < <i>f</i> ≤ 250 °C	0.026 °C	Termopares tipo K, J, B, E, N, R, S, T	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termopares. Medios líquidos, bloque seco.	Euramet CG-8 Guidelines on the Calibration of Thermocouples Versión 3.1 (02/2020)
D12	Temperatura	250 °C < <i>f</i> ≤ 600 °C	0.068 °C	Termopares tipo K, J, B, E, N, R, S, T	Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT -200 °C a 661 °C Módulo para termopares. Medios líquidos, bloque seco.	Euramet CG-8 Guidelines on the Calibration of Thermocouples Versión 3.1 (02/2020)
DG5	Fuerza	1 N < <i>f</i> ≤ 500 N	0.0045 % ""	Instrumentos de medición de fuerza sometidos a cargas axiales y/o dinamómetros	Juego de Masas No Normalizadas de 1 N a 500 N	Norma Brasileira Materiais Metálicos - Calibração de instrumentos de medição de força de uso geral ABNT NBR 8197 2012-05-09
DG5	Fuerza	0,5 kN < <i>f</i> ≤ 5 kN	0.066 % ""		Transductor de Carga 5 kN	
DG5	Fuerza	5 kN < <i>f</i> ≤ 50 kN	0.049 % ""		Transductor de Carga 50 kN	
DG5	Fuerza	20 kN < <i>f</i> ≤ 200 kN	0.10 % ""		Transductor de Carga 50 kN Transductor de Carga 500 kN	
DG8	Presión	0 kPa < <i>p</i> ≤ 206,84 kPa (0 psi < <i>p</i> ≤ 30 psil)	0.083 kPa (0.012 psil)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local, clase ± 0.25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0.05 %	DKD R 6-1:2014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8.5

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG8	Presión	206,84 kPa < p ≤ 689,47 kPa (30 psi < p ≤ 100 psi)	0,28 kPa (0,040 psi)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local clase ± 0,25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0,05 %	DKD R 6-12014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8,5
DG8	Presión	689,47 kPa < p ≤ 2068,43 kPa (100 psi < p ≤ 300 psi)	0,83 kPa (0,12 psi)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local clase ± 0,25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0,05 %	DKD R 6-12014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8,5
DG8	Presión	2068,43 kPa < p ≤ 6,9 MPa (300 psi < p ≤ 1000 psi)	2,8 kPa (0,40 psi)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local clase ± 0,25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0,05 %	DKD R 6-12014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8,5
DG8	Presión	6,9 MPa < p ≤ 20,68 MPa (1000 psi < p ≤ 3000 psi)	8,3 kPa (1,2 psi)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local clase ± 0,25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0,05 %	DKD R 6-12014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8,5
DG8	Presión	20,68 MPa < p ≤ 68,95 MPa (3000 psi < p ≤ 10 000 psi)	28 kPa (4,0 psi)	Manómetros analógico y digitales, transmisores de presión con indicador local clase ± 0,25 % a escala completa	Manómetro digital patrón clase 0,05 %	DKD R 6-12014 Calibration of Pressure Gauges (*)No aplica numeral 8,5

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG1	Masa	0 g < m ≤ 210 g	1,3 × 10 ⁻⁶	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,01 mg	Juego de pesas de clase OIML E ₁ desde 1 mg a 1 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	210 g < m ≤ 1 kg	2,2 × 10 ⁻⁶	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,001 g	Juego de pesas de clase OIML E ₁ desde 1 mg a 1 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	1 kg < m ≤ 10 kg	5,9 × 10 ⁻⁶	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,01 g	Juego de pesas de Clase OIML F ₁ desde 1 mg a 10 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	10 kg < m ≤ 30 kg	1,6 × 10 ⁻⁵	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,1 g	Juego de pesas de Clase OIML F ₁ y F ₂ desde 1 mg a 10 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	30 kg < m ≤ 50 kg	7,6 × 10 ⁻⁵	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,002 kg	Juego de pesas de Clase OIML M ₁ desde 1 g a 20 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	50 kg < m ≤ 100 kg	1,1 × 10 ⁻⁴	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,005 kg	Juego de pesas de Clase OIML M ₁ desde 1 g a 20 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	100 kg < m ≤ 500 kg	2,4 × 10 ⁻⁴	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,05 kg	Juego de pesas de Clase OIML M ₁ y M ₂ desde 1 kg a 20 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/gc-01/V.00 Año 2009

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	SITIO					
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG1	Masa	500 kg < m ≤ 1000 kg	2,2 x 10 ⁻⁴	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,1 kg	Juego de pesas de Clase OIML M ₁ y M ₂ desde 1 kg a 20 kg	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MW/G7/gc-01/V.00 Año 2009
DG1	Masa	1000 kg < m ≤ 5000 kg	5,4 x 10 ⁻⁴	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con d ± 0,5 kg	Juego de pesas de Clase OIML M ₁ y M ₂ desde 1 kg a 20 kg**	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MW/G7/gc-01/V.00 Año 2009

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	SITIO					
CÓDIGO	MAGNITUD	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
DG5	Fuerza	1 N < f ≤ 500 N	0,0053 % ***	Máquinas de Ensayo de Tracción	Juego de Pesas No Normalizadas de 1 N a 500 N	ISO 7500-1:2018 Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system
DG5	Fuerza	0,5 kN < f ≤ 5 kN	0,11 % ***	Máquinas de Ensayo de Tracción	Transductor de Fuerza 5 kN Clase 00	
DG5	Fuerza	5 kN < f ≤ 50 kN	0,11 % ***	Máquinas de Ensayo de Tracción	Transductor de Fuerza 50 kN Clase 00	
DG5	Fuerza	50 kN < f ≤ 500 kN	0,10 % ***	Máquinas de Ensayo de Tracción	Transductor de Fuerza 50 kN Clase 00 Transductor de Fuerza 500 kN Clase 0,5	
DG5	Fuerza	0,5 kN < f ≤ 5 kN	0,089 % ***	Máquinas de Ensayo de Compresión	Juego de Pesas No Normalizadas de 1 N a 500 N	
DG5	Fuerza	5 kN < f ≤ 50 kN	0,077 % ***	Máquinas de Ensayo de Compresión	Transductor de Fuerza 5 kN Clase 00	
DG5	Fuerza	50 kN < f ≤ 200 kN	0,28 % ***	Máquinas de Ensayo de Compresión	Transductor de Fuerza 50 kN Clase 00	
DG5	Fuerza	100 kN < f ≤ 1000 kN	0,11 % ***	Máquinas de Ensayo de Compresión	Transductor de Fuerza 500 kN Clase 0,5	

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

SEDE	SITIO	INTERVALO DE MEDICIÓN	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDIDA	INSTRUMENTO A CALIBRAR	INSTRUMENTOS, EQUIPOS PATRONES UTILIZADOS	DOCUMENTO NORMATIVO
D16	Caracterización de medios isotérmicos en temperatura (exactitud conjunto sensor indicador, homogeneidad y estabilidad)	-20 °C < <i>t</i> ≤ 300 °C	0.15 °C	Medios isotermos líquido: Baños líquidos Baños de maría Bloques secos	Termómetro digital: d - 0.01 °C / Juego de 9 termopares tipo k Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT Rango -200 °C a 661 °C	CENAM Guía técnica de trazabilidad metrología e incertidumbre de medida en caracterización térmica de baños y hornos de temperatura controlada (2012)
D16	Caracterización de medios isotérmicos en temperatura (exactitud conjunto sensor indicador, homogeneidad y estabilidad)	-20 °C < <i>t</i> ≤ 600 °C	0.057 °C	Bloques secos	Termómetro digital: d - 0.01 °C / Juego de 9 termopares tipo k Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT Rango -200 °C a 661 °C	CENAM Guía técnica de trazabilidad metrología e incertidumbre de medida en caracterización térmica de baños y hornos de temperatura controlada (2012)
D16	Caracterización de medios isotérmicos en temperatura (exactitud conjunto sensor indicador, homogeneidad y estabilidad)	-20 °C < <i>t</i> ≤ 500 °C	0.11 °C*	Medios isotermos aire: hornos, incubadoras, cámaras climáticas, neveras	Termómetro digital: d - 0.01 °C / Juego de 9 termopares tipo k Termómetro digital: Patrón de referencia SPRT Rango -200 °C a 661 °C	DKD-R 5-7 Kalibrierung von Klimmasschranken Ausgabe 09/2018

Notas:

* En la determinación de la incertidumbre expandida para este valor de CMC, fueron excluidas las fuentes debidas a la inestabilidad e homogeneidad, las cuales corresponden al medio isotérmico bajo calibración.

** La calibración se realiza con masas de sustitución

ANEXO DEL CERTIFICADO

PINZUAR S.A.S

11-LAC-004

ACREDITACIÓN ISO/IEC 17025:2017

Alcance de la acreditación aprobado / Documento Normativo

***Porcentaje de la lectura

1. *V_n* se refiere al valor nominal.

2. *d* se refiere a la resolución

3. *m* se refiere a la carga aplicada en unidades de masa

4. *t* se refiere a la temperatura en °C

5. *p* se refiere a la presión medida

6. *l* se refiere a la longitud

7. El valor de incertidumbre expandida expresada para calibración de instrumentos de pesaje no automático es relativo a la carga aplicada.

8. Se usa la coma "." como separador decimal.

9. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" (aproximadamente igual a 2) con una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95 %.

10. En la incertidumbre expandida de medición para la magnitud par torsional *W* (%) hace referencia a la incertidumbre expandida relativa al valor nominal.

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 1B - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-30340-001 R0

Page / Pág. 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante / Año <i>Manufacturer / Year</i>	TECNICAS CP (2020)	
Modelo <i>Model</i>	STYE-2000	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	200922	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BVG-0030	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	2000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	VICAT GEOTESTING S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. F LOTE. 10 P.J. VILLA ESPERANZA CARABAYLLO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2023 - 11 - 03	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2023 - 11 - 14	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se usen de manera incorrecta. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report cannot be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Ivan Martínez
 Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier López Poveda
 Gerente Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 kN
Apreciación	0,1 kN
Clase	1,0
Límite inferior de la Escala	20 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discrete acordados con el cliente ajustando el método de fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón					Promedio $S_{1,2,3}$	Errores Relativos	
	S_1 Ascendente kN	S_2 Ascendente kN	S_3 Ascendente kN	Indicación q %	Repetibilidad b %			
10,0	200,0	198,187	198,298	187,722	194,735 6	2,77	5,682	
20,0	400,0	396,369	396,249	396,048	396,221 9	0,95	0,082	
30,0	600,0	595,673	596,094	594,359	595,375 7	0,78	0,294	
40,0	800,0	792,882	793,072	793,203	793,052 3	0,88	0,041	
50,0	1000,0	991,327	990,136	989,436	990,296 8	0,98	0,193	

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio $S_{1,2,3}$
	S_1 Ascendente kN	S_2 Ascendente kN	S_3 No Aplica	S_4 Ascendente kN	S_5 No Aplica	
5,0	100,0	100,104	100,481	---	100,094	100,222 9
10,0	200,0	200,591	200,691	---	200,279	200,520 1
15,0	300,0	300,063	300,335	---	300,124	300,173 8
20,0	400,0	400,767	400,958	---	400,848	400,857 9
25,0	500,0	500,507	500,186	---	500,146	500,279 8
30,0	600,0	600,437	600,151	---	600,101	600,229 5
35,0	700,0	700,074	699,964	---	699,853	699,963 6
40,0	800,0	798,897	798,767	---	799,283	798,982 3
45,0	900,0	897,593	897,198	---	896,977	897,256 0
50,0	1000,0	995,941	996,111	---	995,645	995,898 8

Tabla 3.

Error relativo de cero, $f_{0,01}$, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,01}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,03}$ %	$f_{0,04}$ %	$f_{0,05}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Indicación	Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida			$k_{p=95\%}$
		a	Repetibilidad	Reversibilidad		U	U	U	
= %	kN	%	%	%	%	kN	%	—	
5,0	100,0	-0,22	0,395	—	0,100	0,28	0,28	2,01	
10,0	200,0	-0,26	0,205	—	0,050	0,56	0,28	2,01	
15,0	300,0	-0,06	0,090	—	0,033	0,33	0,11	2,32	
20,0	400,0	-0,21	0,047	—	0,025	0,44	0,11	2,05	
25,0	500,0	-0,06	0,072	—	0,020	0,55	0,11	2,23	
30,0	600,0	-0,04	0,056	—	0,017	0,66	0,11	2,09	
35,0	700,0	0,01	0,032	—	0,014	0,77	0,11	2,02	
40,0	800,0	0,13	0,065	—	0,013	0,88	0,11	2,17	
45,0	900,0	0,31	0,069	—	0,011	0,99	0,11	2,23	
50,0	1000,0	0,41	0,047	—	0,010	1,1	0,11	2,07	

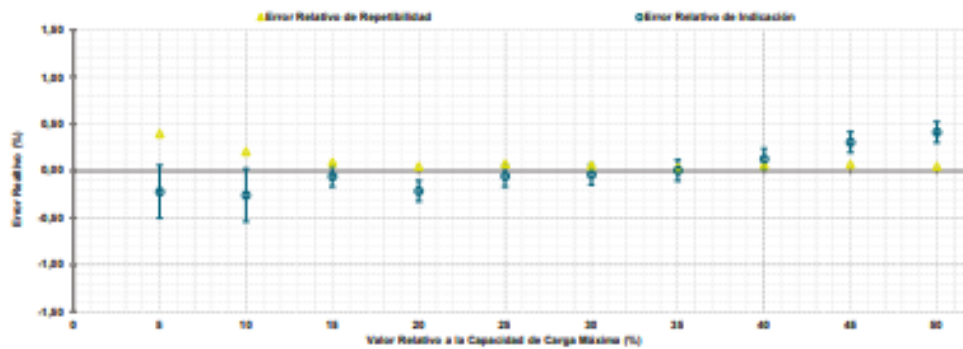


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B \cdot x) + (C \cdot x^2) + (D \cdot x^3)$$

A	B	C	D
2,705 440 E-01	9,990 630 E-01	9,233 561 E-06	-1,279 886 E-08

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de la fuente de incertidumbre correspondiente en sus mediciones al utilizar esta ecuación.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue AREA DE ENSAYO DE CONCRETO de la empresa VICAT GEOTESTING S.A.C. ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	22,4 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	20,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	75 % hr	Humedad Relativa Mínima:	62 % hr

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**F-30340-001 R0**

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

El factor de cobertura, k , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	CBS	900039	0.5	5927 del INM de Colombia	2024-06

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static universal testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-30340-001**

Fin del Certificado

LM-PC-06-F-01 R13.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-039-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0036
2. Solicitante	VICAT
3. Dirección	MZA. F LOTE. 10 P.J. VILLA ESPERANZA - LIMA - LIMA - CARABAYLLO
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)
Marca	NO INDICA
Modelo	STYE-2000
N° de serie	200922
Identificación	No indica
Procedencia	China
Intervalo de indicación	0 kN a 2000 kN
Resolución	0,01 kN
Clase de exactitud	No indica
Modo de fuerza	Compresión
5. Fecha de calibración	2022-12-28

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-12-28



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817548 hard
Motivo: Soy el autor del
documento

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

KT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Loie 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-039-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Materiales de VICAT

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	22.1 °C	22.3 °C
Humedad relativa	56 %	57 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Ceida de carga de 150 t con una incertidumbre de 241 kg	INF-LE N° 042-22 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-039-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso	Ascenso	Ascenso	Descenso	Ascenso		
%	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
10	100,0	100,1	100,5	100,0	--	100,2	-0,2	
20	200,0	200,3	200,2	200,1	--	200,2	-0,2	
30	300,0	299,6	300,0	300,0	--	299,9	0,1	
40	400,0	399,8	400,3	400,0	--	400,0	0,0	
50	500,0	499,9	501,2	501,1	--	500,7	-0,7	
60	600,0	599,5	601,0	600,7	--	600,4	-0,4	
70	700,0	699,5	700,6	700,7	--	700,3	-0,3	
80	800,0	799,7	801,2	801,1	--	800,6	-0,6	
90	900,0	899,5	900,7	900,2	--	900,1	-0,1	
100	980,0	979,9	981,2	980,6	--	980,6	-0,6	

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q	b	v	a	%	
%	kN	%	%	%	%	%	%
10	100	-0,17	0,49	--	0,01	--	0,67
20	200	-0,11	0,10	--	0,01	--	0,38
30	300	0,04	0,13	--	0,00	--	0,32
40	400	-0,01	0,11	--	0,00	--	0,29
50	500	-0,14	0,26	--	0,00	--	0,32
60	600	-0,07	0,25	--	0,00	--	0,31
70	700	-0,05	0,18	--	0,00	--	0,29
80	800	-0,08	0,18	--	0,00	--	0,29
90	900	-0,01	0,13	--	0,00	--	0,27
100	980	-0,06	0,14	--	0,00	--	0,27

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero
	q	b	v	a	0
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

KT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-039-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - T - 003 - 2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0333	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	VICAT GEOTESTING	
3. Dirección	AV. EL CARMEN MZ F LOTE 10 - CARABAYLLO.	
4. Instrumento de medición	TERMOMETRO DIGITAL	
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C	
Div. de escala / Resolución	0.1 °C	
Marca	No indica	
Modelo	TP101	
Número de Serie	No indica	
Procedencia	No indica	
Identificación	CI-0067 (*)	
5. Fecha de Calibración	2023-03-22	

Fecha de Emisión

2023-03-23



Firmado digitalmente por:
ANTHONY SORIANO LUCIO FIR
42017540 hard
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/03/2023 11:12:10-0500



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@calibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de CALIBRATEC S.A.C.

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	21,6 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT S.A.C.	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO K	LT-0377-2022
METROIL S.A.C.	MEDIDOR DE TEMPERATURA (TERMOHIGRÓMETRO)	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Identificación asignado por CALIBRATEC S.A.C. e indicado en una etiqueta adherido al instrumento.

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
0,4	0,24	-0,16	0,14
29,6	30,12	-0,57	0,14
59,1	60,02	0,92	0,14

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-077-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0306	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	VICAT GEOTESTING S.A.C.	
3. Dirección	MZA. F LOTE 10 P.J. VILLA ESPERANZA - LIMA - LIMA - CARABAYLLO	
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca	OHAUS	
Modelo	V11P15T	
N° de serie	No indica	
Identificación	BVG-0027 (*)	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	15000 g	
División de escala (d)	2 g	
Div. de verificación (e)	2 g	
Capacidad mínima	40 g	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-06-17	

Fecha de Emisión

2023-06-20



Firmado digitalmente por:
ASTETE SO RIVANO LUCIO FIR
42617045 hash
Método: Soy el autor del
documento
Fecha: 20/06/2023 21:04:32-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-077-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase II y III (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de VICAT GEOTESTING S.A.C. ubicado en Mza. F Lote 10 P.J. Villa Esperanza - Lima - Lima - Carabaylo

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,4 °C
Humedad relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-4235-2022
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-4188-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
 - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
 - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 15000 g la balanza indicaba 14996 g)
 - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
 - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
 - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 10 °C
 - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
 - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
 - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- (*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-077-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,3 °C	Humedad	63,0 %	63,0 %
Carga L1	7 500,3 g		Carga L2	15 000,3 g	
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
7 500	1,0	-0,3	15 000	1,4	-0,7
7 500	1,2	-0,5	15 000	1,2	-0,5
7 500	1,2	-0,5	15 000	1,4	-0,7
7 500	1,4	-0,7	15 000	1,6	-0,9
7 500	1,2	-0,5	15 000	1,6	-0,9
7 500	1,2	-0,5	15 000	1,2	-0,5
7 500	1,4	-0,7	15 000	1,4	-0,7
7 500	1,6	-0,9	15 000	1,4	-0,7
7 500	1,0	-0,3	15 000	1,4	-0,7
7 500	1,2	-0,5	15 000	1,2	-0,5
Dif M _{áx} . Encontrada	0,6		Dif M _{áx} . Encontrada	0,4	
EMP	6		EMP	6	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final				
Temperatura	21,5 °C	21,6 °C	Humedad	63,0 %	63,0 %				
Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima	I	ΔL	E ₀	Carga L	I	ΔL	E	E _c
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	20,0	20	1,0	0,0	5 000,3	5 000	1,2	-0,5	-0,5
2		20	1,2	-0,2		5 000	0,8	-0,1	0,1
3		20	1,0	0,0		5 000	1,4	-0,7	-0,7
4		20	1,2	-0,2		5 000	0,6	0,1	0,3
5		20	1,2	-0,2		5 000	1,6	-0,9	-0,7
Error máximo permitido (±)									6

Revisión 00

RT03-P01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-077-2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	21,5 °C	21,5 °C		63,0 %	63,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E ₀ - 20,0	20	1,2	-0,2						
40,0	40	1,2	-0,2	0,0	40	1,4	-0,4	-0,2	2
1 500,0	1 500	1,0	0,0	0,2	1 500	1,4	-0,4	-0,2	4
3 000,0	3 000	0,8	0,2	0,4	3 000	1,0	0,0	0,2	4
4 500,0	4 500	1,0	0,0	0,2	4 500	1,2	-0,2	0,0	6
5 000,3	5 000	0,8	-0,1	0,1	5 000	1,2	-0,5	-0,3	6
6 000,3	6 000	1,2	-0,5	-0,3	6 000	1,6	-0,9	-0,7	6
9 000,3	9 000	1,4	-0,7	-0,5	9 000	1,4	-0,7	-0,5	6
10 000,0	10 000	1,4	-0,4	-0,2	10 000	1,8	-0,8	-0,6	6
12 000,0	12 000	1,6	-0,6	-0,4	12 000	1,8	-0,8	-0,6	6
15 000,3	15 000	1,6	-0,9	-0,7	15 000	1,6	-0,9	-0,7	6

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza
I: Lectura de indicación de la balanza
E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero
Ec: Error corregido
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_x = 2 \times \sqrt{0,71 \text{ g}^2 + 0,0000000035 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000011 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO


Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo 4. Ensayos de laboratorio



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB SCD-LEM-011-01	ÁREA LAC	NÚMERO 1	PÁGINA(S) 1 de 1
------------------------------	-------------	-------------	---------------------

OBJETO: DISEÑO DE PASTA DE YUTE CON CENIZA DE PALM DE TRONCO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA OMBITEL, UNIA, 2018

UBICACIÓN : ZONA PERU	FECHA DE ENVÍO : 4/10/2018
SOLICITANTE : ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA	REALIZADO : Taty Araya Sotelo
ATENCIÓN : ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA	APROBADO : Ing. Yvelin Sotelo
FORMA DE ORDEN : APLICADO	

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA AD 27)

REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO	ID DE DISEÑO : 191	FECHA : 20/10/2018
ARMADO : Agregado Fino/Agregado Grueso/Pasta de PALM DE TRONCO	PROYECTO : ADOCCAMIENTOS	ETAPA : "1" - "4"
CONCRETO : Concreto SCL 190		

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 204

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R/a = 0.34

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 183 L

4. CANTIDAD DE AREA ATRAPADO
Atr = 1.3%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = **348 kg**

6. FACTOR CEMENTO
W/c = 0.34

6.7 CANTIDAD DE PALM DE TRONCO
10.00% = 34.500 kg/m³

6.2 FIBRA DE YUTE
1.00% = 3.450 kg/m³

7. DATOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO

INCLASO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOÉD. FINEDA	P.U. SUJETO	P.U. COMPACTADO
Cemento SCL 190 I	3150 kg/m ³	0.1108 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1830 m ³					
Atr	---	0.0750 m ³					
Fibra de Yute	1000 kg/m ³	0.0035 m ³					
Agregado grueso fraso 50	2750 kg/m ³	---	0.50%	1.14%	0.36	1467	1802
Agregado fino	2600 kg/m ³	---	3.30%	1.50%	2.36	1640	1766
Ceniza de Palma de Tronco	2218 kg/m ³	0.0156 m ³	---	---	1.89	392	432

8. PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO
Agregado grueso fraso 50 : F'CR x FACTOR (70% w wF) = **198.5 kg**

9. VOLUMEN ABSOLUTO Y PESO DE LOS MATERIALES EN DISEÑO

Cemento SCL 190 I	= 0.1108 m ³	348.0 kg
Agua	= 0.1830 m ³	183.0 L
Atr	= 0.0750 m ³	---
Agregado grueso fraso 50	= 0.3860 m ³	198.5 kg
Ceniza de Palma de Tronco	= 0.0156 m ³	34.500 kg
Fibra de Yute	= 0.0035 m ³	3.450 kg
Volumen poral	= 0.7218 m ³	---

10. VOLUMEN Y PESO DEL AGREGADO FINO
Agregado fino = 0.2762 m³ = **183.3 kg**

11. CORRECCIÓN Y HUMEDAD DE LOS MATERIALES

Agregado grueso fraso 50	= 197.0 kg
Agregado fino	= 185.3 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agregado grueso fraso 50	= 0.84 L
Agregado fino	= 13.24 L
Todo Agua de Diseño	= 138.2 L

13. VOLUMEN PARA UNDA DE PRUEBA 0.285 m³

* Cemento SCL 190 I	32.858
* Agua	17.72
* Agregado grueso fraso 50	92.82
* Agregado fino	72.71
* Ceniza de Palma de Tronco	3.286
* Fibra de Yute	0.325

14. PROPORCIÓN EN PESO 3 BOLSA DE CEMENTO

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	C.Palma T.	Agua	Fibra de Yute
1	94.3 kg	132.4 kg	4.35 kg	22.82 L	0.43

15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (PES)

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	C.Palma T.	Agua	Fibra de Yute
1 (pes)	1.84 (pes)	3.13 (pes)	0.4 (pes)	22.82 L	0.43

*** CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MEZCLA DE CONCRETO**

P.U.CT	P.U.CP	REACCIÓN
2380 kg/m ³	2370 kg/m ³	1.00

SLUMP	f' CONCRETO	f' ABSORCIÓN
5 Frag.	94.3 kg	22.1 %

H.A.	TESTIGOS	ARE
15%	4 Concreto y 1 Fibra	1.7%




DISPONIBILIDAD

Materiales	Diseño Seco	Diseño Humedo
Cemento	348 kg	348 kg
Agua	183.0 L	188.2 L
Ag. Fino	183.3 kg	185.3 kg
Ag. Grueso	198.5 kg	197.0 kg
Ceniza de Palma de Tronco	34.500 kg	34.500 kg
Fibra de Yute	3.450 kg	3.450 kg

Importante:

¹ Las condiciones de laboratorio permitieron la aplicación de este diseño. En caso de tener que corregir el diseño por humedad las recos que sean necesario.

² Prohibida la reproducción total o parcial de este documento de la subcontrata de VICAT OMBITEL UNIA S.A.C.



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB: VCT-LEM-123-02	ÁREA: LAC	VERSIÓN: 1	PÁGINA: 1 de 1
-------------------------------	--------------	---------------	-------------------

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE FUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FIBRA COMERCIAL LIMA, 2023

UBICACIÓN: LIMA-PERO

SUBSTANTE: INSTITUCIÓN: BUENOS AIRES

ATENCIÓN: INSTITUCIÓN: BUENOS AIRES

FECHA DE EMISIÓN: 10/10/2023

FECHA DE ENLACE: 10/10/2023
ELABORADO: T. Toral
APROBADO: Ing. Yessica Balle

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA ACI 209)

REVISIÓN DEL DISEÑO:

AUTOR: Agregado Fino/Agregado Grueso/Ceniza de Paja de Trigo	DÍA DE DISEÑO: 09/10	HORA: 10:00
COMENTARIO: Densidad SOL TIPO I	FECHA DE DISEÑO: 09/10/2023	LUGAR DE DISEÑO: 21° 47'

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 284$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$f_{a/c} = 0.56$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Air = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = **388 kg**

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas = 8.0 = 0.1 Bolsas

6.1 CENIZA DE PAJA DE TRIGO

10.00% = 39.08 kg/m³

6.2 FIBRA DE FUTE

1.00% = 3.49 kg/m³

7. DATOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL TIPO I	3150 kg/m ³	0.1235 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.1930 m ³
Aire	---	0.0150 m ³
Fibra de Fute	1500 kg/m ³	0.0023 m ³
Agregado grueso tipo 50	2700 kg/m ³	---
Agregado fino	2600 kg/m ³	---
Ceniza de Paja de Trigo	2210 kg/m ³	0.0176 m ³

ABSORCIÓN	ADSORCIÓN	MOJ. FREJA	P.L. SUJTO	P.L. COMPACTADO
0.50%	1.14%	0.30	1407	1052
3.30%	1.50%	2.80	1646	1780
---	---	1.89	312	432

8. PROPORCIÓN DE AGREGADO GRUESO

Agregado grueso tipo 50 : P.U.C.A x FACTOR (T.M. vs. MP) = **188.9 kg**

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agregado grueso tipo 50 = 8.84 L

Agregado fino = -13.34 L

Total Agua de Diseño = **188.8 L**

9. VOLUMEN ABSOLUTO Y PESO DE LOS MATERIALES EN SECO

Cemento SOL TIPO I	= 0.1235 m ³	385.9 kg
Agua	= 0.1930 m ³	193.0 L
Aire	= 0.0150 m ³	---
Agregado grueso tipo 50	= 0.3880 m ³	1068.9 kg
Ceniza de Paja de Trigo	= 0.0176 m ³	39.08 kg
Fibra de Fute	= 0.0023 m ³	3.49 kg
Volumen parcial	= 0.7218 m ³	---

13. VOLUMEN PARA TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL TIPO I = **32.858**

Agua = **17.72**

Agregado grueso tipo 50 = **102.02**

Agregado fino = **72.71**

Ceniza de Paja de Trigo = **3.286**

Fibra de Fute = **0.228**

10. VOLUMEN Y PESO DEL AGREGADO FINO

Agregado fino = **140.9 kg**

11. CORRECCIÓN Y HUMEDAD DE LOS MATERIALES

Agregado grueso tipo 50 = 1072.9 kg

Agregado fino = 780.2 kg

14. PROPORCIÓN EN PESO Y BOLSA DE CEMENTO

Cemento Ag. Fino Ag. Grueso C.Paja T. Agua Fibra de Fute

1 94.0 kg 132.0 kg 4.28 kg 22.92 L 0.40

15. PROPORCIÓN DE VOLUMEN (P.C.E)

Cemento Ag. Fino Ag. Grueso C.Paja T. Agua Fibra de Fute

1 part 1.94 part 1.13 part 0.4 part 22.92 L 0.40

* CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MEZCLA DE CONCRETO

PUCC	PUCC	RENDIMIENTO
2800 kg/m ³	3070 kg/m ³	1.00
SLUMP	T° CONCRETO	T° AMBIENTE
3 Pulg.	24.0 °C	22.1 °C
H.R.	TESTEADO	AJUS
13%	4 Cilindros y 8 Pruebas	1.7%

COMPARACIÓN A.B.T.

Materiales	Diseño Seco	Diseño Humedo
Cemento	388 kg	388 kg
Agua	193.0 L	190.0 L
Ag. Fino	140.9 kg	140.9 kg
Ag. Grueso	1068.9 kg	1072.9 kg
Ceniza de Paja de Trigo	39.08 kg	39.08 kg
Fibra de Fute	3.49 kg	3.49 kg

Aplicación:

- Las condiciones de laboratorio permiten en la aplicación de este diseño. En caso de tener que corregir el diseño por humedad los valores que sean necesarios.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de VICAT OROPERIND S.A.C.

VICAT OROPERIND S.A.C.
LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD

VICAT OROPERIND S.A.C.
LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD
REG. Nº C.A.P. 251773



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB:
VCE-SEM-021-13

ÁREA:
LAC

VERSIÓN:
1

PÁGINAS:
1 de 1

INDICIO: EFECTO CERRA DE FUTE CON ORDEN DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROYECIONES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO PARA OMBRETES, LIMA, 2023

UBICACIÓN: LIMA PERÚ

SOLICITANTE: SERVICIOS AL SECTOR MINERO

AFECTADO: SERVICIOS AL SECTOR MINERO

FECHA DE EMISIÓN: 10/03/23

TIPO DE ENSAYO

LABORATORIO

REALIZADO

FECHA DE REALIZACIÓN

APROBADO

FECHA DE APROBACIÓN

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA ACI 211)

RESUMEN DEL DISEÑO

ABRIGADO: Agregado Fino/Agregado Grueso/Cenizas de Paja de Trigo
 CEMENTO: Cemento SC Tipo I

EDIFICIO DE DISEÑO

18.8

F.U. DE DISEÑO

129.45(M)

ASERTAMIENTO

17.4'

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{ci} = 28$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{ac} = 0.50$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.3%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 348 kg

6. FACTOR CEMENTO

Dólosa (m³) = 8.1 Dólosas

6.1 CENIZA DE PAJA DE TRIGO

10.00% = 34.566 kg/m³

6.2 PAJA DE YUTE

1.00% = 5.195 kg/m³

7. DATOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SC Tipo I	3150 kg/m ³	0.108 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.193 m ³
Aire	---	0.015 m ³
Fibra de Yute	1500 kg/m ³	0.003 m ³
Agregado grueso hasta 9.5	2700 kg/m ³	---
Agregado fino	2650 kg/m ³	---
Cenizas de Paja de Trigo	2210 kg/m ³	0.016 m ³

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. PIEDRA	P.U. SUBLTO	P.U. COMPACTADO
0.50%	1.14%	0.50	1487	1602
3.30%	1.53%	2.36	1843	1736
---	---	1.99	392	432

8. PROPORCIÓN DE AGREGADO SECO

Agregado grueso hasta 9.5 : F.U.C. Y FACTOR (15% y 1.3%) = 1965.5 kg

9. VOLUMEN ABSOLUTO Y PESO DE LOS MATERIALES EN SECO

Cemento SC Tipo I	= 0.108 m ³	345.5 kg
Agua	= 0.193 m ³	193.0 kg
Aire	= 0.015 m ³	---
Agregado grueso hasta 9.5	= 0.386 m ³	1068.5 kg
Cenizas de Paja de Trigo	= 0.016 m ³	34.8 kg
Fibra de Yute	= 0.003 m ³	4.5 kg
Volumen parcial	= 0.722 m ³	---

10. VOLUMEN Y PESO DEL AGREGADO HÚMEDO

Agregado fino = 0.271 m³ = 727.8 kg

11. CORRECCIÓN Y HUMEDAD DE LOS MATERIALES

Agregado grueso hasta 9.5 = 1071.9 kg
 Agregado fino = 762.2 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agregado grueso hasta 9.5 : 9.56 L
 Agregado fino : -13.28 L
 Total Agua de Diseño : 196.8 L

13. VOLUMEN PARA TANDA DE PRUEBA

Cemento SC Tipo I : 0.088 m³ = 27.6 kg
 Agua : 0.157 m³ = 157.0 kg
 Agregado grueso hasta 9.5 : 0.305 m³ = 864.5 kg
 Agregado fino : 0.211 m³ = 569.5 kg
 Cenizas de Paja de Trigo : 0.013 m³ = 28.7 kg
 Fibra de Yute : 0.002 m³ = 3.0 kg

14. PROPORCIÓN EN PESO Y DÓLOSA DE CEMENTO

Cemento : Ag. Fino : Ag. Grueso : C.Paja T. : Agua : Fibra Yute
 1 : 59.8 kg : 132.8 kg : 4.25 kg : 22.8 L : 3.4

15. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (P.V.)

Cemento : Ag. Fino : Ag. Grueso : C.Paja T. : Agua : Fibra Yute
 1 part : 1.51 part : 3.17 part : 0.4 part : 22.8 L : 3.4

16. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MEZCLA DE CONCRETO

FUCT	FUCP	REQUEMANTO
2370 kg/m ³	2358 kg/m ³	1.01

SLUMP	T° CONCRETO	T° AMBIENTE
2 Pulg	24.5 °C	22 °C

HR	TESTIGOS	AIRE
77%	8 Cilindros y 8 Prismas	1.3%

17. DISTRIBUCIÓN (M)

Materiales	Cantidad Seca	Cantidad Humeda
Cemento	348 kg	348 kg
Agua	196.8 L	196.8 L
Ag. Fino	762.2 kg	762.2 kg
Ag. Grueso	1068.5 kg	1071.9 kg
Cenizas de Paja de Trigo	34.5 kg	34.5 kg
Fibra de Yute	5.19 kg	5.19 kg

Reportes:

* Las condiciones de laboratorio permitieron la ejecución de este diseño. En caso de tener que corregir el diseño por fallas, se debe considerar las variaciones que sean necesarias.

* Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de VICAT GEOTESTING S.A.C.



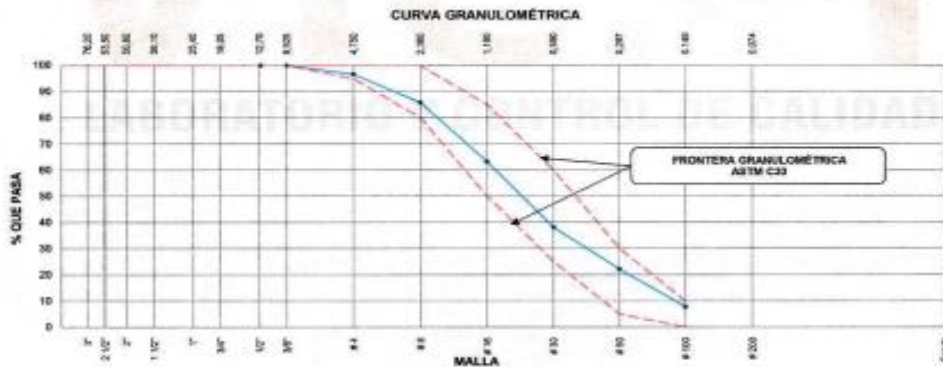
PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C 136**

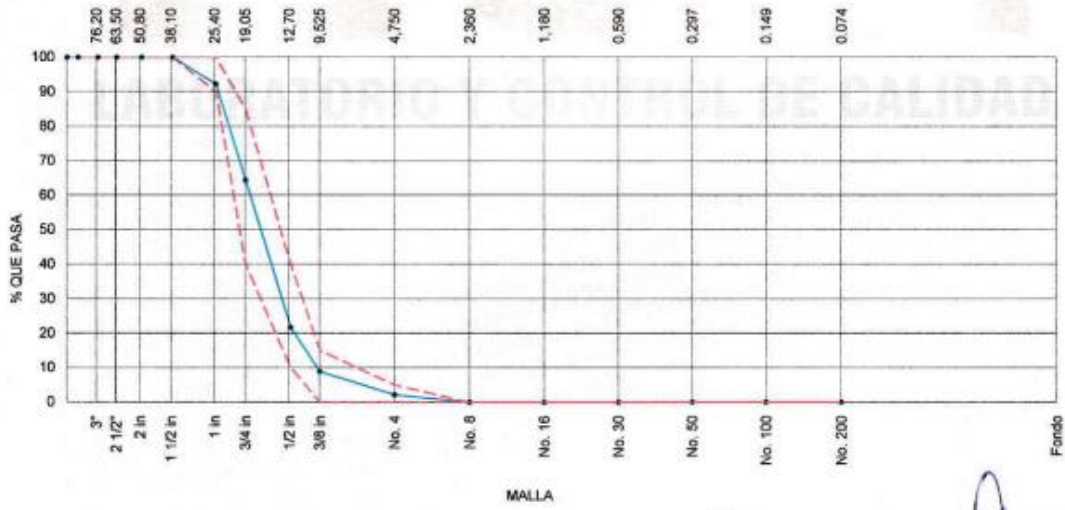
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino
PRESENTACIÓN : A granel
PROCEDENCIA : Cantera Trapiche
CANTIDAD : 0.25 m3

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	20.2	3.32	96.68	96.00	100.00
# 8	2.36 mm	66.0	10.87	85.81	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	137.0	22.67	63.24	50.00	85.00
# 30	600 µm	152.4	25.11	61.87	38.13	60.00
# 50	300 µm	67.0	15.98	77.85	22.15	5.00
# 100	150 µm	67.0	14.33	82.18	7.82	10.00
Fondo	-	47.5	7.82	100.00	0.00	-
					MF	2.88
					TMN	-



CURVA GRANULOMÉTRICA



INGENIERO CIVIL
Reg. N° C.I.F. 251773

[Handwritten Signature]

Fondo

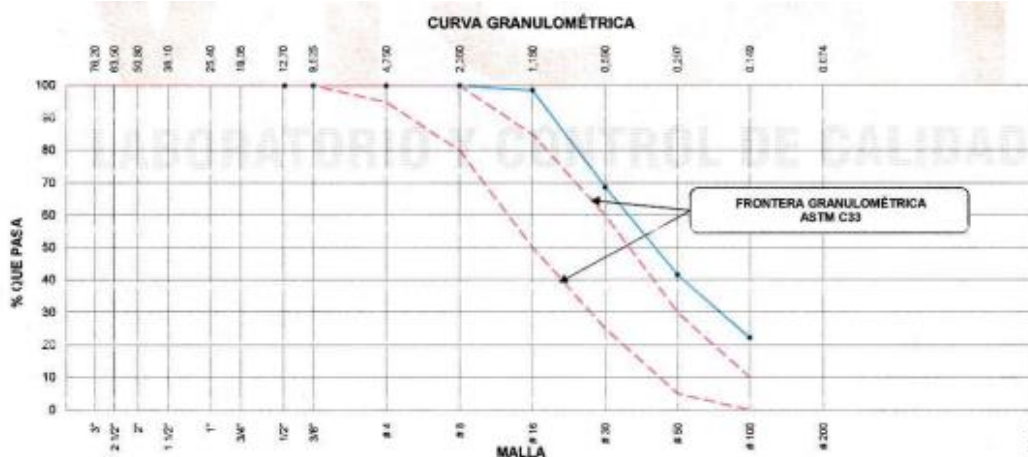
PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C 136**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Ceniza de Paja de Trigo
PRESENTACIÓN : A granel
PROCEDENCIA : Proporcionada por el cliente
CANTIDAD : 1 kg

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm					100.00	100.00
# 4	4.75 mm					95.00	100.00
# 8	2.36 mm					80.00	100.00
# 16	1.18 mm	6.2	1.42	1.42	98.58	50.00	85.00
# 30	600 µm	130.5	29.79	31.21	68.79	25.00	60.00
# 50	300 µm	118.9	27.15	58.36	41.64	5.00	30.00
# 100	150 µm	85.0	19.41	77.76	22.24	0.00	10.00
Fondo	-	97.4	22.24	100.00	0.00	-	-
						MF	1.00
						TMN	--




 INGENIERO PETRULO SALAZAR
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° CIP: 253773



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB:
VC23-LEM-323-04

ÁREA:
LAC

VERSIÓN:
1

PÁGINAS:
1 de 1

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA, PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO AGREGADO FINO ASTM C-29

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino
PROCEDENCIA : Cantera Trapiche

PRESENTACIÓN : A granel
CANTIDAD : 0.25 m³

Peso de Molde	1028
Volumen de Molde	2959

PU SUELTO				
	Peso de molde + muestra	Peso de muestra	PUS	Promedio
P1	6228	4600	1.636	1640
P2	6239	4611	1.642	

Kg/m³

PU COMPACTADO				
	Peso de molde + muestra	Peso de muestra	PUC	Promedio
P1	6653	5025	1.789	1786
P2	6659	5015	1.784	

Kg/m³



[Signature]
INGENIERO EN CIENCIAS
REG. Nº CIP: 253773



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB:
VC23-LEM-121-05

ÁREA:
LAC

VERSIÓN:
1

PÁGINAS:
1 de 1

PROYECTO : EFECTO DE FIRRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : UVA PERÚ
SOLIDANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO ASTM C-29

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Agregado Grueso
PROCEDENCIA : Cantera Trapiche

PRESENTACIÓN : A granel
CANTIDAD : 0.25 m³

Peso de Molde	6376
Volumen de Molde	9273

PU SUELTO				
	Peso de molde + muestra	Peso de Muestra	PUS	Promedio
P1	19676	13900	1.467	1.467
P2	19978	13902	1.467	

Kgm³

PU COMPACTADO				
	Peso de molde + muestra	Peso de muestra	PUC	Promedio
P1	21229	14853	1.602	1.602
P2	21240	14864	1.603	

Kgm³



[Handwritten Signature]
ING. YASHIN BOLA
INGENIERO CIVIL
N.º CP: 33373



Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB:
VC23-LEM-123-06

ÁREA:
LAC

VERSIÓN:
1

PÁGINAS:
1 de 1

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO AGREGADO FINO ASTM C-29

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Ceniza de Paja de trigo
PROCEDECIA : Proportcionada por el cliente

PRESENTACIÓN : A granel
CANTIDAD : 2 kg

Peso de Molde	1890
Volumen de Molde	2730

PU SUELTO				
	Peso de molde + muestra	Peso de Muestra	PUS	Promedio
P1	2040	944	0.336	352
P2	2918	1022	0.366	

PU COMPACTADO				
	Peso de molde + muestra	Peso de muestra	PUC	Promedio
P1	3066.6	1109.6	0.429	432
P2	3110.3	1214.3	0.434	



JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ING. Nº CIP: 253773

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA ENSAYO : 3/10/2023
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM C128-15**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino
PRESENTACIÓN : A granel
PROCEDENCIA : Cartera Trapiche
CANTIDAD : 0.25 m³

IDENTIFICACION		E - 01	E - 02	
A	Peso muestra saturada con superficie seca (g) - S.S.S.	300.0	300.0	
B	Peso sola o franco con agua (g)	686.0	699.2	
C	Peso muestra S.S.S. dentro del agua + sola o franco (g)	983.6	983.6	
D	Peso muestra seca en horno @ 100°C (g)	492.6	492.6	
Peso muestra saturado dentro del agua (g)		315.6	314.4	PROMEDIO
P. Bulk (Base seca) o Peso específico de masa - P.E.M. (g)		2.671	2.654	2.663
P. Bulk (Base S.S.S.) o Peso específico de masa S.S.S.		2.711	2.694	2.70
P. Bulk (Base seca) o Peso específico aparente - P.E.A. (g)		2.783	2.764	2.77
Absorción (%)		1.51	1.42	1.50





Laboratorio de Ensayo de Materiales

CÓDIGO LAB:
VC25-LEM-121-08

ÁREA:
LAC

VERSIÓN:
1

PÁGINAS:
1 de 1

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENGA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023

UBICACIÓN : (IRMA-PF81)

SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA

ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA

FECHA EMISIÓN : 3/10/2023

FECHA ENSAYO : 3/10/2023

REALIZADO : Tec. Jorge Bolo

APROBADO : Ing. Yeshin Bolo

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127-15

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Agregado Grueso

PROCEDENCIA : Cantera Trapiche

PRESENTACIÓN : A granel

CANTIDAD : 0.25 m³

IDENTIFICACIÓN	E-01	E-02	
Peso muestra saturada con superficie seca (g)	1655.99	1670.95	
Peso canastilla dentro del agua (g)	990.00	990.00	
Peso muestra saturada dentro del agua + canastilla (g)	2745.00	2745.00	
Peso muestra seca en horno @ 105°C (g)	1547.88	1621.51	
Peso muestra saturada dentro del agua (g)	1074.1	1051.4	PROMEDIO
Peso específico de masa - P.E.M. (g)	2.781	2.756	2.768
Peso específico de masa S.S.S.	2.813	2.787	2.800
Peso específico aparente - P.E.A. (g)	2.873	2.844	2.859
Absorción (%)	1.147	1.131	1.14



PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-TERO
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA EMISIÓN : 3/10/2023

FECHA ENSAYO : 3/10/2023
REALIZADO : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM C128-15**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Ceniza de Paja de Trigo
PROCEDENCIA : Proportcionada por el cliente
PRESENTACIÓN : A granel
CANTIDAD : 0.25 m³

IDENTIFICACION		E - 01	E - 02	
A	Peso muestra saturada con superficie seca (g) - S.S.S.	500.0	500.0	
B	Peso sola o frasco con agua (g)	712.3	701.0	
C	Peso muestra S.S.S. dentro del agua + sola o frasco (g)	983.6	983.6	
D	Peso muestra seca en horno @ 105°C (g)	492.6	492.0	
Peso muestra saturada dentro del agua (g)		271.3	282.6	PROMEDIO
P. Bulk (base seca) o Peso específico de masa - P.E.M. (g)		2.153	2.205	2.199
P. Bulk (base S.S.S.) o Peso específico de masa S.S.S.		2.180	2.300	2.24
P. Bulk (base seca) o Peso específico aparente - P.E.A. (g)		2.226	2.345	2.29




 YASHIN BOLA
 INGENIERO CIVIL
 N.º 17 000 25073

**Laboratorio de Ensayo de Materiales**CÓDIGO LAB:
VC23-LEM-121-10ÁREA:
IACVERSIÓN:
1PÁGINAS:
1 de 1

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023

UBICACIÓN : LIMA-PERÚ

SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERRA

FECHA ENSAYO : 3/10/2023

ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERRA

REALIZADO : Tec. Jorge Bolo

FECHA EMISIÓN : 3/10/2023

APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS
ASTM C566-97****REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

TIPO DE MUESTRA : Agregado Fino/Grueso

PROCEDENCIA : Cantera Trapiche

PRESENTACIÓN : A granel

CANTIDAD : 0.25 m³

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS	CANtera
1	Masa del Recipiente	g	488.6	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	1442.3	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	1437.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.5	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS	CANtera
1	Masa del Recipiente	g	489.6	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	688.6	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	682.3	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.30	

LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD



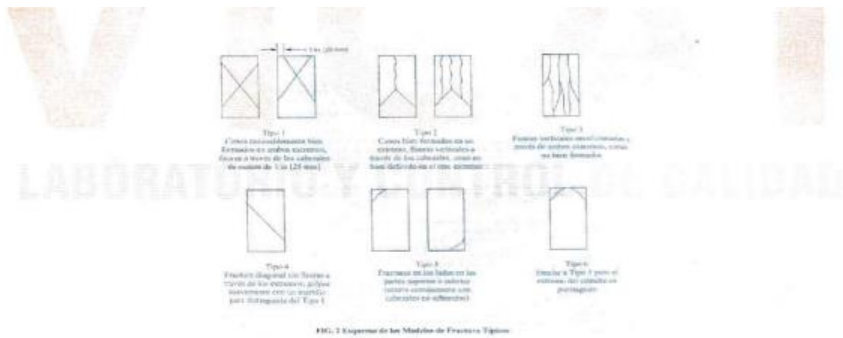
YASHIN BOLA
INGENIERO CIVIL
REG. N° CP: 33773

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA ENSAYO REALIZADO : 11/10/2023
FECHA EMISIÓN : 11/10/2023
APROBADO : Ing. Yachin Bolo

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN
ASTM C39/ NTP 339.034**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PROCEDENCIA : Laboratorio Vicat
PRESENTACIÓN FC DE LA MUESTRA : Probetas Cilíndricas de 6x12"
 : 210 KG/CM2

IDENTIFICACIÓN	Fecha de Muestreo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Tipo de falla	Relación Altura / Diámetro	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	%
PATRON D-1	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	29608.59	165 kg/cm ²	78.7%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	5	2.00	29263.92	163 kg/cm ²	77.8%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	29351.62	164 kg/cm ²	78.0%
D-2 10% CPT + 1% Fibra Yute	4/10/2023	7	11/10/2023	15.00	30.20	176.7	3	2.01	32124.24	182 kg/cm ²	86.6%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	32325.12	181 kg/cm ²	86.0%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	3	2.00	32529.07	182 kg/cm ²	86.5%
D-3 10% CPT + 1.5 % Fibra Yute	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	34036.21	190 kg/cm ²	90.5%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.00	30.20	176.7	6	2.01	34087.20	193 kg/cm ²	91.9%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	5	2.00	34007.66	190 kg/cm ²	90.4%
D-4 10% CPT + 2% Fibra Yute	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	30623.08	172 kg/cm ²	82.0%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.00	30.20	176.7	5	2.01	31407.38	178 kg/cm ²	84.6%
	4/10/2023	7	11/10/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	31101.46	174 kg/cm ²	82.7%



Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:
 * Muestras ensayadas a solicitud del cliente.
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT GEOTESTING

YACHIN BOLA
INGENIERO CIVIL
Reg. N° CIP: 253773

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERNA
FECHA EMISIÓN : 11/10/2023

FECHA ENSAYO REALIZADO : 11/10/2023
 : Tec. Jorge Bolo
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

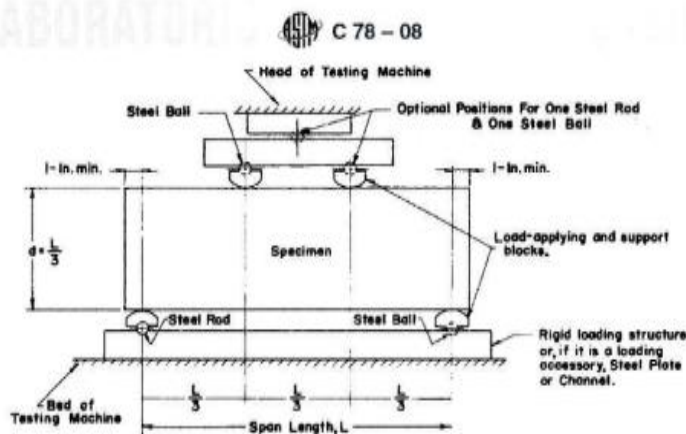
**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C78 / NTP 339.078**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PROCEDENCIA : Laboratorio Vicat

PRESENTACIÓN : Testigos prismáticos (vigas)
F^oC DE LA MUESTRA : 210 Kg/cm²

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON D-1	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39.6 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39.7 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38.1 kg/cm ²
D-2 10% CPT + 1% Fibra Yute	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42.8 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42.2 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42.7 kg/cm ²
D-3 10% CPT + 1.5 % Fibra Yute	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.5 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46.0 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	48.7 kg/cm ²
D-4 10% CPT + 2% Fibra Yute	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	46.3	42.3 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	46.8	41.9 kg/cm ²
	4/10/2023	11/10/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	47.3	42.2 kg/cm ²



Fuente: ASTM C78




 YASHIN BOLO CALDANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° CIP: 253773

OBSERVACIONES:

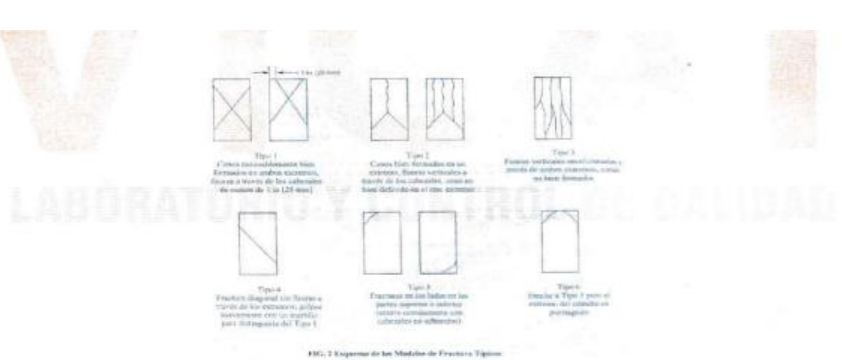
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de VICAT EIRL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT EIRL.

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PASA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FRACO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMENTOS, LIMA, 2025
UBICACIÓN : LIMA-PERÚ
SOLICITANTE : JESUS JOEL GUEVARA BERRA
ATENCIÓN : JESUS JOEL GUEVARA BERRA
FECHA ENVIADO : 01/11/2023
FECHA EMISIÓN : 02/11/2023
REALIZADO : Ing. Jorge Bello
APROBADO : Ing. Yashin Bolo

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN
ASTM C39/ NTP 339.034**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PROCEDENCIA : Laboratorio Vicat
PRESENTACIÓN : Probetas Cilíndricas de 6x32"
FC DE LA MUESTRA : 230 KG/CM2

IDENTIFICACIÓN	Fecha de Muestreo	Edad (días)	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Tipo de falla	Relación Altura / Diámetro	Fuerza máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	%
PATRON D-1	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	39106.26	218 kg/cm ²	104.0%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	5	2.00	39157.25	219 kg/cm ²	104.1%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	39198.04	219 kg/cm ²	104.2%
D-3 10% CPT + 1% Fibra Yute	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	3	2.00	40337.06	225 kg/cm ²	107.3%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	40289.14	225 kg/cm ²	107.1%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	3	2.00	40361.11	226 kg/cm ²	107.4%
D-3 10% CPT + 1.5 % Fibra Yute	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	42210.29	236 kg/cm ²	112.2%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	42226.61	236 kg/cm ²	112.3%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	5	2.00	42410.15	237 kg/cm ²	112.8%
D-4 10% CPT + 2% Fibra Yute	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	39334.68	220 kg/cm ²	104.6%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	5	2.00	39361.19	220 kg/cm ²	104.7%
	4/10/2023	28	1/11/2023	15.10	30.20	179.1	6	2.00	39401.08	220 kg/cm ²	104.8%



Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:
 * Muestras ensayadas a solicitud del cliente.
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT GEOTESTING

VICAT
 LABORATORIO Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

YASHIN BOLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° CIP: 253773

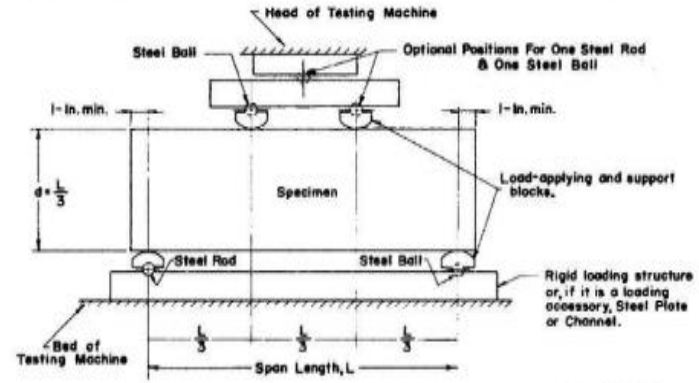
PROYECTO	: EFECTO DE FIBRA DE YUTE CON CENIZA DE PAJA DE TRIGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA CIMIENTOS, LIMA, 2023		
UBICACIÓN	: LIMA-PERÚ		
SOLICITANTE	: JESUS JOEL GUEVARA BERNA		
ATENCIÓN	: JESUS JOEL GUEVARA BERNA	FECHA ENSAYO	: 1/11/2023
FECHA EMISIÓN	: 2/11/2023	REALIZADO	: Tec. Jorge Bolo
		APROBADO	: Ing. Yashin Bolo

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C78 / NTP 339.078**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
TIPO DE MUESTRA	: Concreto endurecido
PROCEDENCIA	: Laboratorio Vicat
PRESENTACIÓN	: Testigos prismáticos (vigas)
FC DE LA MUESTRA	: 250 Kg/cm ²

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON D-1	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43.8 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44.0 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43.9 kg/cm ²
D-2 10% CPT + 1% Fibra Yute	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.3 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.4 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47.5 kg/cm ²
D-3 10% CPT + 1.5 % Fibra Yute	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	52.0 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	51.8 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	51.8 kg/cm ²
D-4 10% CPT + 2% Fibra Yute	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44.1 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44.3 kg/cm ²
	4/10/2023	1/11/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44.4 kg/cm ²

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  **C 78 - 08**



OBSERVACIONES:

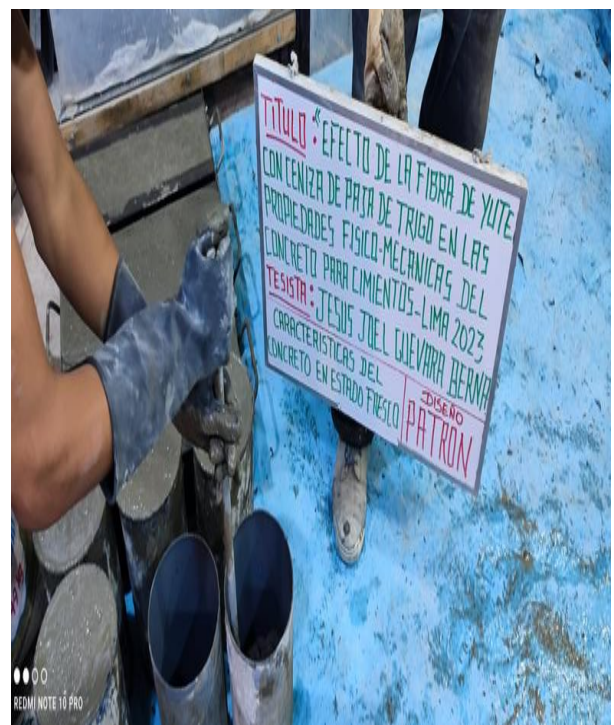
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de VICAT EIRL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT EIRL.




YASHIN BOLO CALVOA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° CIP: 253773

Anexo 5. Panel fotográfico

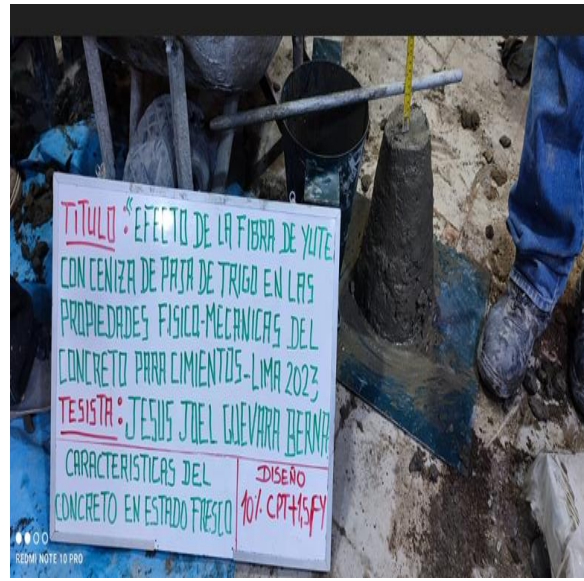
5.1. Diseño 1 – Patrón



5.2. Diseño 2 – 1% FY + 10% CPT



5.3. Diseño 3– 1.5% FY + 10% CPT



5.4. Diseño 4– 2% FY + 10% CPT



5.5. Ensayo resistencia a compresión – Patrón



5.6. Ensayo resistencia a flexión – Patrón



5.7. Ensayo resistencia a compresión – 1% FY + 10% CPT



5.8. Ensayo resistencia a flexión – 1% FY + 10% CPT



5.9. Ensayo resistencia a compresión – 1.5% FY + 10% CPT



5.10. Ensayo resistencia a flexión – 1.5% FY + 10% CPT



5.11. Ensayo resistencia a compresión – 2% FY + 10% CPT



5.12. Ensayo resistencia a flexión – 2% FY + 10% CPT

