



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu para mejorar
las propiedades del concreto autocompactante

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Jara Zelada, Rober Abdon (orcid.org/0000-0002-7288-236X)

ASESOR:

Mg. Reynoso Oscanoa, Javier (orcid.org/0000-0002-1002-0457)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios que nos ilumina, guía y nos brinda la salud; a mis padres, quienes me dieron la educación, el cuidado y bienestar a lo largo de la vida; agradecer a mi amada esposa e hijos por su apoyo incondicional; a mis hermanos que siempre estuvieron atentos a apoyarme, a la universidad César Vallejo que permite lograr la obtención del título profesional como ingeniero civil.

Jara Zelada, Rober Abdon

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación de la presente Tesis está dedicado a Dios quien da la vida, a mis seres queridos que permanentemente estuvieron apoyando en todo el proceso de la carrera, a los asesores por su inmenso apoyo para poder cumplir el objetivo de forma profesional.

Jara Zelada, Rober Abdon



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, REYNOSO OSCANOA JAVIER, 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: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante", cuyo autor es JARA ZELADA ROBER ABDON, 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, 20 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
REYNOSO OSCANOA JAVIER DNI: 20072967 ORCID: 0000-0002-1002-0457	Firmado electrónicamente por: JREYNOSOOS el 20- 12-2023 12:03:32

Código documento Trilce: TRI - 0702584



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, JARA ZELADA ROBER ABDON 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: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante", 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
ROBER ABDON JARA ZELADA DNI: 09811462 ORCID: 0000-0002-7288-236X	Firmado electrónicamente por: RJARAZ el 20-12-2023 06:48:38

Código documento Trilce: TRI - 0702582

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	15
Método de investigación.....	15
3.1. Tipo de investigación.....	16
3.2. Variables y Operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la ceniza de cáscara de huevo	14
Tabla 2 Cantidad de ensayos para determinar la fluidez del concreto	19
Tabla 3. Pruebas para establecer el peso unitario del concreto	20
Tabla 4. Pruebas para establecer el peso unitario del concreto	20
Tabla 5. Conjunto de testigos para determinar el esfuerzo a flexión	21
Tabla 6. Validez del estudio por normativas	24
Tabla 7. Prueba de granulométrica de la ceniza de cáscara de huevo	34
Tabla 8. Prueba de granulométrica del agregado fino	35
Tabla 9. Prueba granulométrica del material grueso	36
Tabla 10. Peso unitario del material fino suelto y compactado	38
Tabla 11. Peso unitario del material grueso suelto y compactado.....	38
Tabla 12. Cantidad de absorción para el material fino.....	39
Tabla 13. Cantidad de absorción para el material grueso	40
Tabla 14. Diseño de mezcla del concreto patrón.....	41
Tabla 15. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.5% CCH y 0.75% FI.....	41
Tabla 16. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.70% CCH y 0.95% FI.....	41
Tabla 17. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.80% CCH y 1.20% FI.....	42
Tabla 18. Fluidez del concreto en Caja L	42
Tabla 19. Peso unitario del concreto patrón y experimentales	43
Tabla 20. Resistencia a la compresión a los 7 días de curado	44
Tabla 21. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado	45
Tabla 22. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado	46
Tabla 23. Resistencia a la flexión a los 7 días de curado	48
Tabla 24. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado	49
Tabla 25. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado	50
Tabla 26. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 1	51
Tabla 27. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 1.....	52
Tabla 28. Resultados de la prueba de ANOVA - objetivo específico 1	53
Tabla 29. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 1	54
Tabla 30. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 2	55
Tabla 31. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 2.....	56
Tabla 32. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 2	57

Tabla 33. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 2	58
Tabla 34. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 3	59
Tabla 35. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 3.	60
Tabla 36. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 3	61
Tabla 37. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 3	62
Tabla 38. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 4	63
Tabla 39. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 4.	64
Tabla 40. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 4	65
Tabla 41. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 4	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cáscara de huevo y fibra de ichu	25
Figura 2. Calcinación de las cáscaras de huevo	25
Figura 3. Proporción de humedad de los materiales.....	26
Figura 4. Granulometría	26
Figura 5. Peso unitario suelto	27
Figura 6. Peso unitario compactado	27
Figura 7. Absorción y peso específico del material grueso	28
Figura 8. Elaboración de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	28
Figura 9. Fluidez del concreto	29
Figura 10. Densidad unitaria del concreto	30
Figura 11. Preparado y curado del concreto	30
Figura 12. Ensayo de esfuerzo a la compresión.....	31
Figura 13. Ensayo de esfuerzo a la flexión.....	31
Figura 14. Distribución granulométrica de la ceniza de cáscara de huevo	34
Figura 16. Distribución de granulometría del material grueso	37
Figura 17. Peso unitario del material fino	38
Figura 18. Peso unitario del material grueso	39
Figura 19. Absorción entre material fino y grueso	40
Figura 21. Resistencia a la compresión a los 7 días	45
Figura 22. Resistencia a la compresión a los 14 días.....	46
Figura 23. Resistencia a la compresión a los 28 días.....	47
Figura 25. Resistencia a la flexión a los 14 días	50
Figura 26. Resistencia a la flexión a los 28 días	51
Figura 27. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 1	54
Figura 28. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 2	58
Figura 29. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 3	62
Figura 30. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 4	66

RESUMEN

La investigación titulada como: “Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante”, en donde se presentó como objetivo principal determinar la influencia de la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu, de los cuales, se presentaron en diferentes proporciones para la ceniza de cáscara de huevo se colocó en 1.50%, 1.70% y 1.80% y la fibra de ichu se colocó en proporciones de 0.75%, 0.95% y 1.20% para suplir a los agregados finos y cemento, en base a ello, la investigación comprendió como método un diseño experimental y aplicado, del cual, constó con 36 probetas y 36 vigas para evaluar los esfuerzos a compresión y flexión, además de evaluarse 12 muestras para fluidez y 12 muestras para peso unitario, del cual se obtuvieron los siguientes resultados de los grupos CP (0% CCH + 0% FI), G1 (1.50% CCH + 0.75% FI), G2 (1.50% CCH + 0.75% FI) y G3 (1.80% CCH + 1.2% FI): El coeficiente de bloqueo del ensayo de fluidez fueron los siguientes: 0.82, 0.85, 0.90 y 0.96; por otro lado, para el ensayo de peso unitario de las muestras evaluadas fueron los siguientes: 2320 kg/m³, 2328 kg/m³, 2337 kg/m³ y 2343 kg/m³, para el ensayo de resistencia a compresión del concreto a una edad de 28 días obtuvo 340.20 kg/cm², 332.87 kg/cm², 302.57 kg/cm², 267.43 kg/cm², y finalmente para el ensayo de flexión a la misma edad evaluada obtuvo 55.73 kg/cm², 53.60 kg/cm², 55.53 kg/cm² y 53.43 kg/cm².

Palabras clave: Ichu, propiedades mecánicas, propiedades físicas, ceniza, concreto autocompactante.

ABSTRACT

The research titled as: "Addition of eggshell ash and ichu fiber to improve the properties of self-compacting concrete", where the main objective was to determine the influence of the addition of eggshell ash and ichu fiber, of which, were presented in different proportions for the eggshell ash was placed in 1.50%, 1.70% and 1.80% and the ichu fiber was placed in proportions of 0.75%, 0.95% and 1.20% to replace the aggregates. fines and cement, based on this, the research included an experimental and applied design as a method, which consisted of 36 specimens and 36 beams to evaluate compression and bending stresses, in addition to evaluating 12 samples for fluidity and 12 samples for unit weight, from which the following results were obtained from the groups CP (0% CCH + 0% FI), G1 (1.50% CCH + 0.75% FI), G2 (1.50% CCH + 0.75% FI) and G3 (1.80% CCH + 1.2% FI): The blocking coefficient of the fluidity test were the following: 0.82, 0.85, 0.90 and 0.96; On the other hand, for the unit weight test of the samples evaluated they were the following: 2320 kg/m³, 2328 kg/m³, 2337 kg/m³ and 2343 kg/m³, for the compressive strength test of the concrete at an age of 28 days he obtained 340.20 kg/cm², 332.87 kg/cm², 302.57 kg/cm², 267.43 kg/cm², and finally for the flexion test at the same evaluated age he obtained 55.73 kg/cm², 53.60 kg/cm², 55.53 kg/cm², cm² and 53.43 kg/cm².

Keywords: Ichu, mechanical properties, physical properties, ash, self-compacting concrete.

I. INTRODUCCIÓN

Se mencionó en el **contexto internacional** Khan et al. (2023) en su exploración realizado en la localidad de Tronoh, Perak, en Malasia, manifestaron que en el rubro de la edificación el concreto es un material sumamente importante, y una de sus particularidades que todo trabajador necesita es que el material presente una buena fluidez en su estado fresco, en relación a ello surgió el concreto autocompactante o concreto de alta fluidez, no obstante en la ciudad en mención se encontraron problemas estructurales en las vigas y columnas, dichos inconvenientes se debieron por problemas de trabajabilidad del concreto, lo que generaron cangrejas, fisuras y una baja resistencia, como consecuencia las edificaciones fueron colisionando, por los problemas presentados los autores recomendaron efectuar estudios para optimizar las características mecánicas como físicas del concreto autocompactante en las construcciones (p. 5).

Por otro lado, Vanvari y Mhaske (2020) manifestaron que, en la ciudad de Mumbai ubicado en la India, presento un gran número de accidentes por colapsos de edificaciones, con 118 casos de derrumbes principalmente por problemas estructurales, asimismo el desplome de estructuras por fallas fueron los principales responsables de cerca del 55.8% de heridos y muertes registrados en la ciudad en mención, de la misma manera en los últimos años se catalogaron 737 edificaciones como estructuras en peligro de colapso, en relación a ello manifestaron que estos inconvenientes se debieron por problemas en los componentes del concreto, es decir que las estructuras estuvieron construidos con materiales de baja calidad, que como consecuencia no lograron soportar los esfuerzos aplicados, lo que provocaron que las estructuras colapsaran, por estos problemas suscitados, los autores manifestaron que fue necesario realizar investigaciones con el propósito de optimizar las cualidades del concreto, es por ello, recomendaron reforzar el concreto utilizado fibras. En concordancia con los autores se puede manifestar que utilizar fibras en la fabricación del concreto ayudaron a optimizar sus propiedades.

Del mismo modo, Ede et al. (2022) mencionaron que, en el estado de Lagos, en Nigeria, en el año 2019 se registraron 17 edificaciones colapsadas, asimismo de acuerdo a informes manejados de los periodos de 2005 y 2020 se registraron 152 estructuras que colisionaron y que de dicha cantidad el 76.6% fueron viviendas

residenciales, el 13% edificaciones comerciales y el 9.04% estructuras de institucionales públicas, de la misma manera manifestaron que estos problemas se debieron por alteraciones estructurales, falta de mantenimiento y una mala dosificación y elaboración del concreto, que como consecuencia las estructuras no soportaron los esfuerzos aplicados y como consecuencia llegaron a colapsar, por estos motivos los autores expresaron que fue necesario realizar investigaciones para optimizar las propiedades del concreto (p. 3).

Respecto al **ámbito nacional**, Reymundo (2022) expresó que muchas de las construcciones realizadas utilizando el conglomerante en la ciudad de Huancayo, presentaron problemas estructurales como fisuras y agrietamientos, estos inconvenientes manifestados se presentaron principiante en estructuras de vigas y columnas, de la misma manera mencionó que estos problemas se debieron por factores de trabajabilidad del concreto, en otras palabras el concreto presentó dificultad para transitar en los sistemas apertados donde existió una gran número de refuerzos de aceros, lo que provocaron la presencia de cangrejas, por ende al estar sometido a esfuerzos ejercidos por las cargas vivas y muertas las estructuras no lograron soportar y como consecuencia las edificaciones colapsaron, por tales motivos el autor manifestó la importancia de aumentar las características de un concreto de tipo autocompactante.

Así mismo, Zósimo et al. (2022) efectuaron una indagación en la ciudad de Huancavelica donde se encontraron deficiencias en las estructuras de concreto, para las cuales a partir de los de las evaluaciones realizadas se detectaron fallas en la resistencia del concreto por presencia de grietas, estas patologías afectaron directamente a las columnas, estas fallas se producen por falta de un material óptimo, así mismo por una mala elaboración de concreto y por la sobrecarga de la estructura. En relación a los autores se puede manifestaron que la presencia de las patologías afecta las cualidades mecánicas del material.

Por otra parte, Mendoza et al. (2023) en su investigación efectuado en Lima realizaron una investigación de las deficiencias de la vivienda en base de construcción de concreto, de los cuales al finalizar los estudios respectivos manifestaron que los principales problemas que se presentaron es debido a las

características del material, en consecuencia, se vieron afectados las estructuras de concreto, la cual presentaron fisuraciones en sus propiedades, así mismo se empezaron desprenderse todo el material debido a la segregación de las partículas las cuales afectaron y llegaron a ser perjudicial al punto que se vieron en condición de ser demolidas. Por lo tanto, se puede manifestar que los problemas presentados son debido a la presencia de fisuras, grietas así mismo se encontraron comprometidos por la segregación, causando deficiencia en la funcionalidad y resistencia de las estructuras de concreto.

A **nivel local** en las obras de construcción de diversas edificaciones se observó la problemática de la aparición de diversas patologías del concreto en diversos elementos estructurales ello debido a diversas causas como podría ser el mal diseño de concreto, el uso inadecuado del vibrador, entre otros. Como por ejemplo lo sucedido en una edificación en el distrito de Ate, se observó en elementos verticales cangrejas y segregación los cuales disminuyen la resistencia de la estructura que corresponde.

Por los problemas manifestados existió la necesidad de buscar nuevas propuestas de solución que permitió reducir los problemas estructurales presentados, por tales motivos para el presente estudio se propuso la añadidura de elementos de CCH y FI en el a razón de mejorar sus cualidades, además para poder beneficiar en las construcciones que requieran emplear el concreto autocompactante, por lo mencionado la investigación se tuvo de que si no se obtiene los resultados positivamente al incorporar los materiales estrellas, se seguirán presentando deficiencias en las estructuras de concreto tales como: fisuras, segregaciones y una baja resistencia.

En correspondencia a ello se presentaron como **problema general**: ¿De qué manera influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante?; de igual modo se formularon como **problemas específicos** los siguientes: como **primer problema específico**: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la fluidez del concreto autocompactante?; asimismo se formuló como **segundo problema específico**: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara

de huevo y fibra de ichu en el peso unitario del concreto autocompactante? asimismo se formuló como **tercer problema específico**: ¿De qué manera influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a compresión del concreto autocompactante?, finalmente se tuvo como **cuarto problema específico**: ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a flexión del concreto autocompactante?

De igual forma se tuvo como **justificación teórica**, que la investigación tuvo como finalidad aumentar los conocimientos existentes sobre el aditamento de cenizas de cascará de huevo y fibra de ichu en la elaboración de un concreto autocompactante, en relación a las deficiencias físicas y mecánicas encontrados, lo cual permitió optimizar las propiedades, asimismo se realizó la comprobación efectuando los ensayos de laboratorio; asimismo como **justificación práctica**, debido a que la investigación propuso una alternativa de solución para optimizar las propiedades de un concreto de tipo autocompactante, causados por la baja propiedad de los elementos empleados y al ambiente expuesto, en relación a ello se brindó una solución práctica utilizando elementos como los residuos de cascará de huevo y fibra de ichu lo cual facilitó la construcción de estructuras más resistentes; posteriormente como **justificación metodológica**, la investigación se desarrolló para poner en práctica la valides científica realizando estudios en el laboratorio, lo que permitió la manipulación de las variables de estudio, y de esta manera se brindó una nueva metodología de fabricación del concreto autocompactante empleando materiales reciclados como residuos de cascará de huevo y fibra de ichu; finalmente como **justificación social**, porque al mejorar las cualidades mecánicas y físicas del concreto autocompactante manipulando elementos como los residuos de cascará de huevo y fibra de ichu, por los diversos problemas presentados, permitió construir estructuras más resistentes, lo cual aportará en la fabricación de ambientes más seguros para el hábitat de las personas.

Por otra parte, se tuvo como **objetivo general**: Analizar la influencia de la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en las propiedades del concreto autocompactante; posteriormente como **objetivos específicos** se formularon los siguientes: para el **primer objetivo específico**: Determinar la fluidez del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu; de la

misma manera se formuló el **segundo objetivo específico**: Determinar el peso unitario del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu, de la misma manera se formuló el **tercer objetivo específico**: Determinar la resistencia a compresión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu; finalmente como **cuarto objetivo específico**: Determinar la resistencia a flexión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.

Consecutivamente se formuló como **hipótesis general**: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en las propiedades del concreto autocompactante; posteriormente como **hipótesis específicas** se plasmó los siguientes: como **primera hipótesis específica**: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la fluidez del concreto autocompactante; como **segunda hipótesis específica**: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en el peso unitario del concreto autocompactante; también se tuvo como **tercera hipótesis específica**: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto autocompactante; por último como **cuarta hipótesis específica** se formuló: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente la resistencia a flexión del concreto autocompactante.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedente internacional** se tuvo a Nasruddin, Sampebulu, y Mushar (2022) en su artículo científico investigaron sobre CCH en la elaboración de un concreto autocompactante con la propósitos de ilustrarse las reacciones producidas en la capacidad de resistir esfuerzos de compresión tanto como de flexión, consistiendo en un estudio aplicado, las proporciones de 0%, 2.5%, 7.5%, 12.5% y 17.5% de cenizas de cáscara de huevo en sustitución del conglomerado, de la misma manera se tomó como totalidad de población a los especímenes de concreto. De igual modo, los hallazgos manifestaron que para la resistencia a esfuerzos de compresión fue de 38.22 MPa y para la resistencia a flexión se obtuvo 11.37 MPa, no obstante para los grupos experimentales se consiguieron lo siguiente: Para la dosificación con 7.5% se consiguió 37.20 MPa en compresión y en flexión se obtuvo 14.38 MPa, para las cuales concluyeron que adicionar 7.5% de residuos de cáscara de huevo el concreto autocompactante redujo su resistencia a compresión en 2.66%, por otro lado en la resistencia a flexión incrementó en 26.47% respectivamente.

Por otro lado, según Ofuyatan, et al. (2020) en su investigación realizaron un estudio utilizando CCH para un concreto autocompactante, donde el objetivo fue estimar las cualidades mecánicas y físicas del concreto, donde la metodología de exploración fue experimental-aplicada, de igual manera la población estuvo establecida por viguetas y cilindros de concreto con dosificaciones de (10, 20 y 30) por ciento de residuos de cáscara de huevo, asimismo para el ensayo de fluidez se utilizó la caja L, para la prueba de compresión se adquirió para el prototipo control 42.1 MPa y para flexión fue de 3.3 MPa, por consiguiente, concluyeron que la adición de 20% incremento el valor de la fluidez en 1.11%, para el esfuerzo compresor se redujo en 1.66% y finalmente para el esfuerzo flexor disminuyó en 3.03%.

Por otra parte Abbasi (2020) en su estudio realizó la incorporación de residuos de cáscara de huevo en la fabricación de un material cementante con la finalidad de analizar las cualidades del mismo, para los cuales el método de estudio manipulado fue experimental de tipo aplicada, por consiguiente, la población consistió en concreto endurecido en presentación de probetas y viguetas con (0, 10 y 20)

por ciento de residuos de cáscara de huevo en reemplazo del aglomerante, durante los ensayos se obtuvo: para espécimen inicial resultó en un revenimiento de 4.5 cm, una capacidad compresora de 365 kg/cm² y capacidad flexora de 6 MPa, con 10% obtuvo un slump de 4 cm, esfuerzo compresor de 370 kg/cm² y esfuerzo a flexión de 8 MPa, por otro lado con 20% el slump que se obtuvo fue de 3 cm, esfuerzo compresor de 306 kg/cm² y esfuerzo a flexión de 7 MPa, finalmente concluyó que adicionar 10% de CCH en la fabricación de un material cementante se logró disminuir el asentamiento en 11% y en cuanto al esfuerzo compresor se amplió en 1.36% y para el esfuerzo flexor incrementó en 33%.

De la misma manera Frías, et al. (2020) en su exploración denominado efectuaron estudios utilizando la fibra de ichu para elaborar conglomerante con el objetivo de examinar las cualidades del material, el método empleado para el estudio fue experimental aplicada, por lo que, la población fue constituida por especímenes con proporciones de 0, 6 y 10% de fibras de ichu, los resultados obtenidos fueron: para el espécimen patrón se obtuvo una lectura de compresión de 68 MPa, con 6% obtuvo 60 MPa y con 10% obtuvo 58 MPa respectivamente, donde concluyeron que la dosificación porcentual de FI en el material redujo el esfuerzo compresor en 14.70% con respecto a la muestra de referencia, por consiguiente los autores recomendaron seguir efectuado estudios en el laboratorio utilizando fibras de ichu para optimizar las propiedades del concreto.

De la misma manera según Borges, Motta y Pinto (2019) en su artículo científico realizaron estudios utilizando fibras de sisal con la finalidad de estimar las cualidades del material cementante, consistiendo en un estudio aplicado, para los cuales se elaboraron probetas con dosificaciones de 0.25 y 0.50% de fibra de sisal, de esta manera se tenía una muestra de referencia adicional, dando una totalidad poblacional de especímenes de concreto; los hallazgos adquiridos a partir de las pruebas se muestran a continuación: el espécimen inicial obtuvo 36.22 MPa en compresión y 3.53 MPa en tracción, por otro lado para las muestras con 0.25% de fibras se obtuvo 32.81 MPa de resistencia a compresión y 3.17 MPa en tracción, de la misma manera para la adición de 0.50% de fibras de sisal se consiguió 34, 11 MPa en compresión y 3.36 MPa en tracción, de las cuales llegaron a la conclusión que adicionando 0.50% de fibras de sisal la resistencia a compresión disminuyó en

5.82% y en cuanto al esfuerzo a tracción se redujo en 4.81% respectivamente.

Como **antecedente nacional** se tuvo a los autores Hurtado, et al. (2023) en su indagación de carácter científico propusieron cambiar las capacidades mecánicas y físicas del conglomerante, que consistió en un análisis aplicado, comprendido en un estudio de especímenes con adiciones de 2% y 1% (CCH y CCA), 4% y 1.5% (CHC y CCA) y 6% y 2.5% (HCC y CCA), y como cuarto diseño se tenía la muestra patrón, los resultados fueron: el espécimen inicial obtuvo 392 kg/cm² y esfuerzo tractor obtuvo 33.78 kg/cm², para el espécimen inicial obtuvo 417 kg/cm² y 35.67 kg/cm² en tracción, se ultimó que la muestra experimental 1 modificó favorablemente la cualidad de soportar esfuerzos de compresión en 6.47% y con la tracción se consiguió modificar positivamente en 5.59% respectivamente.

Por otro lado, Candiotti, et al. (2020) en su estudio de índole científico realizaron un estudio para la revista Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, donde utilizaron la fibra de ichu con el objetivo de indagar los efectos notados en las cualidades mecánicas del nuevo material tras la adición en proporciones, asimismo la exploración fue experimental de índole aplicada, la población de estudio estuvo constituido por muestras con adiciones de fibra de ichu en dimensiones de 10, 20, 30 y 40 mm, los efectos de la prueba de esfuerzo compresor se muestran a continuación: Para la longitud de 20 mm se obtuvo 310 MPa, con 30 mm obtuvo 285.25 MPa y con 40 mm el esfuerzo compresor fue de 274.89 MPa respectivamente, concluyeron que la dosificación de 20 mm de fibra de ichu el esfuerzo compresor redujo en 10.55% y la adición con 40 mm la resistencia disminuyó en 20.79%, por consiguiente recomendaron seguir realizando estudios utilizando fibras de ichu.

Por otra parte, Castro, et al. (2023) en su estudio de carácter científico realizaron una investigación para la revista Brazilian con el fin de perfeccionar el esfuerzo compresor y tractor del conglomerante, para los cuales emplearon la metodología experimental-aplicada, comprendido en un estudio de especímenes con dosificaciones de 0% CCC + 0% FBCA (patrón), 2% y 4 %CCC, así mismo y 0.25% y 0.50 % FBCA, para la cual se combinó empleando el diseño factorial donde residuos de CCC y FBCA, los efectos obtenidos: para el espécimen control obtuvo

un esfuerzo compresor de 417.10 kg/cm² y esfuerzo tractor de 38.42 kg/cm², después el espécimen 1 consiguió un esfuerzo compresor de 436.97 kg/cm² y tracción de 41.63 kg/cm², finalmente concluyendo que el espécimen 1 que contenía dosificaciones de 2% CCC + 0.25% FBCA logró mejorar la resistencia compresor en 4.76% y para el esfuerzo a tracción se consiguió optimizar en 8.35%.

Por otra parte, Inga, Santamaría y Muñoz (2022) en su publicación efectuaron una indagación con el propósito de analizar las propiedades del concreto autocompactante empleando fibras, donde el procedimiento de estudio utilizado fue cuasi experimental de índole aplicada, de igual modo la cantidad de estudio estuvieron compuestos por los testigos de concreto con dosificaciones de fibras en 1%, 1.5%, 2%, 2.5% en reemplazo de la arena, se adquirieron los siguientes efectos: para la muestra control con 0% de fibras se obtuvo una fluidez de HAC 0.94 y esfuerzo compresor de 527.81 kg/cm², de igual manera, para la proporción de 1% de fibras se consiguió una fluidez de HAC 0.89 y esfuerzo compresor de 547.68 kg/cm², de la misma manera para la muestra experimental con 2% la fluidez del concreto fue de HAC 0.45 y resistencia a esfuerzos a compresión de 529.08 kg/cm², en relación a los resultados concluyeron que adicionar 2% de fibras durante la producción concreto autocompactante se redujo el valor de la fluidez en 52%, es decir la fluidez disminuyó, de la misma manera para la resistencia a compresión aumento en 0.24%.

Asimismo, según Heredia y Peñaloza (2021) en su trabajo de doctorado realizaron una exploración con el objetivo de examinar el comportamiento del concreto autocompactante, el método empleado fue experimental con enfoque cuantitativo, comprendido en un estudio de especímenes de conglomerante, los datos obtenidos fueron: para el espécimen 1 a partir del ensayo de la caja L se obtuvo una fluidez de HAC 0.55 y esfuerzo compresor de 242 kg/m², para el grupo experimental 2 se obtuvo HAC 0.99 y una capacidad a esfuerzos a compresores de 243 kg/cm², el espécimen 3 obtuvo una fluidez de HAC 1 y esfuerzo compresor 238 kg/cm², concluyendo que para el grupo experimental 2 el esfuerzo compresor incremento en 0.41% y en cuanto a la fluidez su valor del HAC aumento en 80% con respecto al diseño experimental 1, asimismo expresaron que el concreto autocompactante en comparación con el concreto tradicional presentó una buena trabajabilidad.

Como **teorías** se propuso la **teoría de las cenizas** durante la civilización humana, se fue descubriendo los materiales y la cementación hidráulica se produjo después del descubrimiento del fuego y, desde luego, no mucho después del descubrimiento de la cerámica. Así mismo para los pueblos del Mediterráneo, tales descubrimientos debieron provenir de los egipcios, Romanos y los griegos que se han ido ampliando y perfeccionando en etapas sucesivas. Por pura coincidencia geográfica y geológica, los griegos y los romanos, que fueron los primeros en conocer el material de la cal, pudieron confundirla con materiales naturales de principios volcánicos. Es posible que estos materiales se usaron por primera vez como agregado para morteros de cal, por otra parte, observar, el comportamiento de la resistencia de la cal y la grava de materiales volcánicos y no volcánicos, que surgieron nuevos métodos de mezclar, el primer material como la cal como materia activa, en polvo y seca o húmeda para producir lo que históricamente se denominó "cemento y mortero romano" a base de cal, puzolana y arena, proporcionalmente, así mismo estos materiales fueron el suelo griego de Santorini y la ceniza de Pozzuoli y la toba romana, y estos lugares les han dado a estos y otros materiales similares usos (Ahmad et al., 2021).

Teorías de las fibras naturales en las últimas décadas, el uso de morteros y concreto reforzados con fibra se ha generalizado y tiene una impresionante variedad de aplicaciones, así mismo puede parecer una nueva tecnología, pero tiene una larga historia, comenzando con los primeros constructores que ya luchaban por darle al concreto más resistencia y durabilidad. Por tanto, no es casualidad que diversas fuentes se refieran al uso de las fibras como refuerzo como un invento centenario, abarcando distintas formas y distintos materiales. Las fibras de origen naturales es materia prima filamentosos de origen biológico con características físicas, químicas y mecánicas que les otorgan cualidades como longitud, resistencia, flexibilidad y apariencia que las hacen aptas para su uso, las fibras vegetales son una clase de células con alta resistencia mecánica, como resultado, las plantas los utilizan principalmente para sustentarse a sí mismos, la composición química de estas fibras tiene un alto contenido en celulosa, lo que asegura su resistencia y un alto contenido en lignina, que les permite soportar los

efectos mecánicos que se les aplican cuando están bajo esfuerzos (Bachchan, Das y Chaudhary, 2021).

Teoría del concreto el desarrollo del concreto es un capítulo esencial en la tradición del ser humano, cuando el hombre decidió construir edificios con arcilla o piedra, surgió la necesidad de unir pastas o morteros a la mampostería para crear estructuras sólidas. En un principio se utilizaban pastas de arcilla, yeso o cal, pero se degradaban apresuradamente con las severidades del tiempo, para crear pastas que no se degradaran fácilmente, se desarrollaron varias soluciones, combinando agua con rocas trituradas y minerales, por tanto en el antigüedad de las construcciones de Egipto se utilizaron diferentes pastas a base de yeso y calizas que se disuelven en el agua para uniformar tenazmente, tal como aún pueden verse entre los mecanismos de caliza que forman el revestimiento de la Gran Pirámide de Giza. Además, el objetivo principal en la creación de concretos de alto y ultra alto desempeño es optimizar el repartimiento de la dimensión de los elementos, particularmente las finas, es posible crear mezclas con una baja relación agua-cemento utilizando plastificantes con alto poder dispersantes, el concreto resultante tiene alta resistencia, alta compacidad y, en consecuencia, baja porosidad, pero menos del 15% del cemento Portland se sustituye en muchas de estas mezclas (Rivera et al., 2020).

Como **fundamentación conceptual**, se tuvo, **el cemento** hidráulico es una combinación de elementos cálcicos y arcillosos, así como de materiales abundantes en óxidos de hierro, sílices o aluminatos, por lo general, se calienta en hornos rotatorios donde se procesa y se combina con yeso, la cual se obtiene el Clinker, masa homogénea que se crea cuando la mezcla de cocción en altas temperaturas entre 1.450 y 1.480 °C (Lavagna y Nisticò, 2022).

Los agregados son una colección de partículas que pueden ser procesadas, ya sea que provengan de una fuente natural o artificial, junto con el agua y el aglomerante, establecen los componentes imprescindibles para producir concreto, con dimensiones que ascienden de partículas de baja escala hasta piedras grandes. En la planta, los agregados se clasifican y lavan con frecuencia, es

razonable anticipar alguna variación en el tipo, calibre, limpieza, granulometría (graduación) y otros atributos (Tu et al., 2021).

Aditivos en esencia, los aditivos modificadores de la viscosidad son sustancias que hacen que una mezcla de concreto que de otro modo contenga mucha agua fluya fácilmente, con la excepción de la viscosidad, la mayoría de los modificadores de viscosidad están hechos de materiales poliméricos a base de celulosa, que no tienen otros efectos sobre las propiedades del concreto. La mejor manera de controlar el sangrado es usar modificadores de viscosidad que absorban y retengan agua rápidamente en secciones profundas, como paredes y columnas, donde es más probable que ocurra la segregación. Para asegurar la estabilidad de la mezcla autocompactante, se utiliza una mezcla con alto contenido de finos, más material cementoso y mayor proporción de arena que en una mezcla típica (Abdullah et al., 2022)

Sika ViscoCrete – 4500 PE se trata de un líquido superplastificante de color turquesa que se distingue por su capacidad para amenorar el agua necesaria y acrecentar la cohesión, lo que resulta en una producción adecuada de concreto altamente fluido. Además, proporciona una alta impermeabilidad, mejora la plasticidad y reduce la contracción plástica, disminuyendo así la exudación y la segregación en el concreto (Ahmad et al, 2021).

Agua debe cumplir con ciertos estándares de calidad para poder ser utilizada como materia prima en la producción y curado del concreto. Los estándares de calidad del agua pueden diferir de una nación a otra y también pueden estar sujetos a modificaciones dependiendo del tipo de cemento a ser empleado en la mezcla (Kontogeorgis et al. 2022).

Concreto autocompactante estos tipos de mezclas tienen varios beneficios, incluida la mayor capacidad para colocar concreto en lugares con acceso restringido y altos niveles de acero de refuerzo, mayor productividad de los empleados, menor necesidad de reparaciones y trabajo nuevo, menor vibración mecánica de los elementos, menor error del operador al colocación del hormigón, disminución del ruido en el trabajo, mejora de la seguridad y acabado de concreto de alta calidad (Mounika, Mohammad y Rajasekhar, 2022, p.15).

Trabajabilidad en la etapa de mezclado, transporte, colocación, compactación y acabado, el hormigón debe sufrir mayor o menor cantidad de trabajo dependiendo de su estado fresco, los primordiales componentes que influyen son la pasta, la cantidad de agua y la proporción adecuada de agregados gruesos y finos, además sin la adición de agua, el concreto debe poder ser trabajado para asegurar el progreso del vaciado (Kumar, Manasa y Harish, 2018, p. 21).

Curado del concreto es el agua adicional que requiere el concreto después de secarse para alcanzar su mayor capacidad, este paso es crucial debido que, una vez colocado, el concreto exhibe una reducción del contenido agua por una variedad de razones, que incluyen: altas temperaturas por exposición al sol o al calor del ambiente; alta absorción de humedad del lugar de inserción del concreto y vientos que aceleran la tasa de evaporación (Kubica y Galman, 2022).

Resistencia a la compresión es establecer el comportamiento o la respuesta de un material a una carga, tomando medidas de parámetros clave como deformación, tensión y deformación. La capacidad media de aguante, el límite de tensión y la resistencia a la rotura son solo algunos de los parámetros que se pueden evaluar al probar un material en compresión, es posible saber si un material es apropiado para una aplicación determinada o fallará bajo un conjunto determinado de tensiones conociendo estos diversos parámetros y los valores asociados con el material (Díaz, 2020).

Resistencia a la flexión, para establecer la capacidad de soportar esfuerzos flectores es importante la distancia entre los apoyos obtenida a partir del espesor de la viga, es necesario establecer las cualidades mecánicas del material relacionadas con el esfuerzo máximo y de rotura y desviación (deformación) para calcular el módulo de flexión. Las medidas de las viguetas de concreto suelen estar determinadas por la capacidad límite de esfuerzo, las dimensiones de la estructura de flexión generalmente se controlan para cortante u otras acciones estructurales (Amin et al., 2022).

Cenizas de cáscara de huevo la mayor parte está constituida de calcio, parecido al cemento. Esta composición está constituida por 93,7% de calcita, 4,2% de sustancia orgánica, 1,3% de magnesia carbonatada y 0,82% de fosfato de tricalcio,

así mismo que un componente importante de las cáscaras de huevo y las conchas marinas es el trioxocarbonato de calcio (Hurtado et al., 2023) Así mismo también se muestra las composiciones en la tabla 1.

Tabla 1 Composición química de la ceniza de cáscara de huevo

Propiedades químicas (grupo óxidos)	Cemento Portland Tipo I (%)	Ceniza de cáscara de huevo (%)
Óxido de calcio (CaO)	62.5	88.1
Dióxido de silicio (SiO ₂)	21.4	3.1
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	5.2	0.24
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	4.6	0.21
Óxido de magnesio (MgO)	3.0	1.05
Óxido de potasio (K ₂ O)	0.9	0.4
trioxido de azufre (SO ₃)	2.77	0.33
Otros	-----	6.57

Fuente: <https://bitly.ws/Xykt>

Fibra de ichu es común en las regiones alto andinas, por sus características, entre las que se encuentran, se utiliza frecuentemente como forraje y como material para tejer. Los estudios recomiendan utilizar fibras de ichu como refuerzo y cenizas de ichu como material cementicio adicional, además, actúa como un material que ayuda a soportar esfuerzos en los elementos (Huamán et al., 2022).

III. METODOLOGÍA

Método de investigación

Método general de investigación

Para Cienfuegos (2019) el método científico desempeña un papel fundamental en la investigación y el avance del conocimiento. Al enfocarse en la objetividad, busca eliminar sesgos y subjetividad en la búsqueda de respuestas a preguntas científicas, este proceso riguroso implica una serie de pasos interconectados que incluyen la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de datos, al someter las afirmaciones a pruebas y evaluaciones sistemáticas, el método científico permite una verificación confiable de la validez o falsedad de las afirmaciones, lo que a su vez contribuye a la construcción de un cuerpo sólido de conocimiento científico, asimismo este enfoque estructurado es esencial para la toma de decisiones basada en evidencia y el avance de la ciencia en diversas disciplinas (p. 3). Es por ello, que se decidió aplicar el método científico puesto que se buscó aplicar un proceso ordenado a fin obtener una respuesta a la problemática y se estime que tanto aporte tuvo en el sendero del conocimiento.

Método específico de investigación

Para Pratama y Supriyatman (2021) el procedimiento de exploración hipotético deductivo es un método científico basado en el razonamiento que utiliza la deducción como técnica para generación de las hipótesis de estudio, en otras palabras, utiliza antecedentes para la formulación de suposiciones, asimismo para determinar la veracidad de estas hipótesis es necesario realizar experimentos para posteriormente rechazar o aceptar las suposiciones (p. 4). Por tal motivo, para la indagación se utilizó el método del hipotético deductivo, debido a que se efectuaron una revisión documental de autores donde utilizaron residuos de CH y FI en la fabricación de un concreto autocompactante, asimismo se estimó si las suposiciones son verdaderas o falsas donde se elaboró especímenes de concreto para comprobar con la ayuda de los equipos de laboratorio.

Nivel de investigación

Para Buhse et al. (2018) una investigación presenta un nivel correlacional cuando los investigadores intentan demostrar la relación sustancial entre dos o más

elementos, asimismo para conseguir determinar la analogía será necesario emplear un coeficiente de correlación, que con la ayuda de los conjuntos de datos y el uso de fórmulas matemáticas se obtiene un valor que se agrupa en un rango de +1 a -1, a estos términos se le denomina coeficiente de correlación (p. 2). Por consiguiente, el estudio ostento un nivel de exploración correlacional, porque se analizó la influencia por la incorporación de CCH y FI en las pertenencias del concreto autocompactante.

3.1. Tipo de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Para Correa, Erazo y Rodríguez (2019) la investigación aplicada consiste en efectuar trabajos de investigación originales con el fin de explorar una propuesta de solución frente a un inconveniente en específico, asimismo es un proceso no sistemático porque está enfocado en localizar una solución utilizando equipos especializados, una de sus características más destacados es que permite la evaluación y determinación de su factibilidad de un determinado estudio, sin conducir aun en proyectos reales (p. 5). Por ende, el estudio fue aplicada, debido a que se basó en los problemas reales presentados sobre las deficiencias mecánicas y físicas del concreto autocompactante donde se buscó brindar una alternativa de solución.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño experimental es un componente crítico en la investigación científica, puesto que establece la hoja de ruta para la recopilación de datos, asimismo en este proceso, se determina cuidadosamente qué aspectos del fenómeno se observarán, cómo interactúan estas variables entre sí, qué métodos se utilizarán para medirlas y cómo se abordará el análisis de los resultados garantizando que el experimento sea coherente y replicable, lo que es esencial para obtener conclusiones sólidas y confiables, además, el diseño experimental permite identificar posibles sesgos y controlarlos, lo que contribuye a la validez y precisión de los resultados obtenidos (Cristea et al., 2018). Asimismo, el autor del presente estudio, aplicó un diseño experimental puesto que se observó detalladamente los efectos las cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu sobre las mejorías dadas en las propiedades del concreto.

El diseño cuasi experimental, es diseñar de forma adrede algunos procesos y sistemas especiales, para posteriormente conseguir conclusiones claras, en otros términos, se emplea para efectuar experimentos controlados con el propósito de experimentar modelos conceptuales relacionados con las variables operativas, asimismo con este método es posible probar cuantitativamente modelos, hipótesis y teorías de una determinada investigación (Curtis et al., 2018, p. 4). Por lo tanto, este tipo de diseño permitió manipular las variables de estudio, en este sentido el presente estudio empleo el diseño cuasi experimental porque se eligió sin aleatoriedad.

Por tanto, la ecuación de investigación presento la consecutiva estructura:

Gc (A): Y1 \longrightarrow X \longrightarrow Y2

Ge (A): Y3 \longrightarrow X \longrightarrow Y4

Donde:

Gc: Sin Adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu

Ge: Incorporando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu

3.2. Variables y Operacionalización

Las variables de la indagación se mostraron de la siguiente manera:

Variable (x₁): Cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu

- Dimensión : dosificación
- Indicador : 1.5%CCH+0.75%FI; 1.7%CCH+0.95%FI; 1.8%CCH+1.2%FI
- Dimensión : Característica de la ceniza de cáscara de huevo
- Indicador : Granulometría, peso específico
- Dimensión : Característica de la fibra de ichu
- Indicador : Longitud y diámetro

Variable (Y₁): Propiedades del concreto autocompactante

- Dimensión : Propiedades físicas
- Indicador : Fluidez y peso unitario
- Dimensión : Propiedades mecánicas
- Indicador : Esfuerzo a compresión y flexión

Operacionalización de variables

Es una manera de definir teóricamente las variables de una investigación en componentes cuantificables y/o medibles, por lo tanto, es un proceso por el cual se delimita conceptos con el propósito de fortalecer los resultados de un determinado estudio (Legood, 2022, p. 4). En este sentido el estudio presento dos variables, que se estudiaron los ensayos con la ayuda de los equipos del laboratorio en diferentes periodos.

Definición Conceptual

- **Variable independiente:** Cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu
la cáscara del huevo está compuesta de calcio, parecido al cemento. Esta composición está constituida por 93,7% de calcita, 4,2% de sustancia orgánica, 1,3% de magnesia carbonatada y 0,82% de fosfato de tricálcico (Hurtado et al., 2023), además, la fibra de ichu son obtenidas como refuerzo y cenizas de ichu como material cementicio adicional, además, actúa como un material que ayuda a soportar esfuerzos en los elementos (Huamán et al., 2022).

- **Variable dependiente:** Propiedades del concreto autocompactante
El esfuerzo compresor es la capacidad media de aguante, el límite de tensión y la resistencia a la rotura son solo algunos de los parámetros que se pueden evaluar al probar un material en compresión (Díaz, 2020). El esfuerzo a flexión sirve para establecer la capacidad de soportar esfuerzos flectores es importante la distancia entre los apoyos obtenida a partir del espesor de la viga, es necesario establecer las cualidades mecánicas (Amin et al., 2022).

Definición operacional

- **Variable independiente:** Cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu
Los elementos se realizaron la adquisición mediante la calcinación de la cáscara de huevo los que generan sílice, los que generaron cenizas y así mismo se juntaron la fibra de ichu para poder dosificarlo en conjunto a la ceniza en las siguientes dosificaciones: 1.5%CCH+0.75%FI, 1.7%CCH+0.95FI y 1.8%CCH+1.2%FI

- **Variable dependiente:** Propiedades del concreto autocompactante
Se estudiaron y analizaron los resultados de los materiales estrellas como los residuos de cáscara de huevo y fibra de ichu mediante las pruebas físicas y mecánicas como la fluidez mediante la caja L y el peso unitario que definió las

características del concreto en su fase fresca, así como los ensayos mecánicos como los de resistencia ante esfuerzos compresores y flectores que nos manifestaron de esta forma su efectividad.

Así mismo se desarrollaron las definiciones de las variables tanto conceptuales y operacionales, además se plasmaron sus dimensiones, indicadores y escalas. De la misma manera la matriz de operacionalización de variables se presentó en el anexo N° 02.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Casteel y Bridier (2021) refieren que la población en una gran cantidad de elementos de las que se desea determinar sus características, estos elementos pueden ser cosas, objetos, personas y entre otros elementos donde se requiere efectuar un estudio, por otro lado, realizar una investigación a todos los miembros de la población requiere mayor tiempo y dinero, por ende, los investigadores normalmente optan por seleccionar una determina cantidad de individuos utilizando un método de muestreo (p. 2). Por consiguiente, la investigación tuvo varias poblaciones para las cuales 36 probetas cilíndricas que se emplearon para establecer el esfuerzo a compresión presentaron dimensiones de 15 x 30 cm (4" x 8") y 36 de tipo viga donde se estimó la resistencia a flexión del concreto autocompactante donde sus dimensiones 15 x 15 x 50 cm, además se contó con 12 ensayos físicos para la fluidez mediante la caja L en donde se emplearon 3 pies cúbicos y 3 pies cúbicos para el peso unitario por cada 3 pruebas que se realizaron.

Tabla 2 Cantidad de ensayos para determinar la fluidez del concreto

Grupos	Cantidad de ensayos
Control	3
1.5%CCH+0.75%FI	3
1.7%CCH+0.95%FI	3
1.8%CCH+1.2%FI	3
Total	12

En la tabla 2 se visualiza los conjuntos de estudio, que estuvo conformado por la muestra control que se utilizó para comparar los resultados, por otro lado, también se tuvo cuatro grupos experimentales con adiciones de cenizas de cáscara de

huevo y fibra de ichu, del mismo modo para el ensayo de fluidez se realizó uso de la caja “L” con la finalidad de medir la posibilidad de paso del concreto autocompactante, por consiguiente, esta prueba se realizó en estado fresco.

Tabla 3. Pruebas para establecer el peso unitario del concreto

Grupos	Cantidad de pruebas
Control	3
1.5%CCH+0.75%FI	3
1.7%CCH+0.95%FI	3
1.8%CCH+1.2%FI	3
Total	12

En la tabla 3 se ostentó los conjuntos de estudio, se emplearon por el espécimen control para comparar los resultados, así mismo, se requirió tres grupos experimentales con adiciones de residuos de cáscara de huevo y fibra de ichu, de la misma manera para el ensayo del peso unitario, para poder determinar el peso del concreto control y los experimentales del concreto autocompactante.

Tabla 4. Pruebas para establecer el peso unitario del concreto

Grupos	Fechas de ensayo (días)			SUB TOTAL
	7	14	28	
Control	3	3	3	9
1.5%CCH+0.75%FI	3	3	3	9
1.7%CCH+0.95%FI	3	3	3	9
1.8%CCH+1.2%FI	3	3	3	9
Total de testigos				36

En la tabla 4 se exterioriza el conjunto de testigos que se necesitaron para establecer el esfuerzo compresor, de las cuales para el ensayo en 7 días se requirieron 3 muestras para el grupo control, 3 muestras para el primer, segundo, tercer y cuarto grupo experimental, dando un total de 9 probetas, de la misma manera para las edades de 14 y 28 días, por lo tanto, se efectuaron todas las pruebas de esfuerzo compresor donde se necesitó 36 especímenes de concreto.

Tabla 5. Conjunto de testigos para determinar el esfuerzo a flexión

Grupos	Fechas de ensayo (días)			SUB TOTAL
	7	14	28	
Control	3	3	3	9
1.5%CCH+0.75%FI	3	3	3	9
1.7%CCH+0.95%FI	3	3	3	9
1.8%CCH+1.2%FI	3	3	3	9
Total de testigos				36

De la misma manera para conseguir el esfuerzo a flexión del concreto autocompactante se necesitó elaborar 9 especímenes de concreto de tipo viga para el prototipo control, 9 muestras para cada uno de los grupos con dosificación de residuos de cascará de huevo y fibra de ichu, brindando un total de 36 espécimen de tipo viga, asimismo se utilizaron 3 probetas de concreto para las pruebas de 7, 14 y 28 días, así como se muestra en la tabla 5.

- **Criterio de inclusión**, para los análisis de características físicas se realizaron 9 estudios de fluidez en el cual se emplearon 3 pies cúbicos y 3 pies cúbicos para el ensayo de peso unitario por cada 3 pruebas realizadas y en las propiedades mecánicas se utilizaron 54 especímenes para los cuales 27 probetas que se utilizaron para establecer compresor diferente a $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ que presentaron dimensiones de 15 x 30 cm (4" x 8") y 27 vigas para evaluar el esfuerzo flexor del concreto autocompactante donde su dimensiones 15 x 15 x 50 cm que contengan la incorporación de residuos de cáscara de huevo y fibra de ichu en porcentajes de 1.5% CCH + 0.75% FI, 1.7% CCH + 0.95% FI, 1.8% CCH + 1.2% FI.
- **Criterio de exclusión**, para los análisis de características físicas se realizaron 3 estudios de fluidez en el cual se emplearon 3 pies cúbicos y 3 pies cúbicos para el peso unitario por cada 3 pruebas realizadas y en las propiedades mecánicas se utilizaron 18 especímenes para los cuales 9 probetas que se utilizaron para determinar el esfuerzo compresor de $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ que presentaron dimensiones de 15 x 30 cm (4" x 8") y 9 vigas que se estimó el esfuerzo flexor del concreto autocompactante donde su dimensiones 15 x 15 x 50 cm que no contengan la dosificación de residuos de cáscara de huevo y fibra de ichu la cual incluyen las dosificaciones de 1.5% CCH + 0.75% FI, 1.7% CCH + 0.95% FI, 1.8% CCH + 1.2% FI.

3.3.2 Unidad de análisis

Es un método para estudiar y resumir las características de un componente y como consecuencia permite la explicación de sus diferencias de una manera práctica, en otros términos, es una unidad más pequeña de una investigación utilizada para medir las diferencias de los objetos de estudio (Parsons, Teare y Sitch, 2018, p. 3). En este sentido para la exploración la unidad de análisis constó las propiedades físicas se realizaron 12 ensayos de fluidez en el cual se emplearon 3 pies cúbicos por cada 3 pruebas realizadas y en las propiedades mecánicas se utilizaron 72 especímenes para los cuales 36 probetas que se utilizaron para comprobar el esfuerzo compresor presentaron dimensiones de 15 x 30 cm (4" x 8") y 36 vigas para estimar el esfuerzo flexor del concreto autocompactante donde su dimensiones fueron 15 x 15 x 50 cm.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Son herramientas y mecanismos que se emplean para recolectar, medir y organizar informaciones adquiridas después de un determinado proceso, asimismo de acuerdo al tipo de mecanismo utilizado los resultados variarán, por ende, es importante tener en claro que la utilización de los mecanismos y herramientas dependerán de los objetivos de investigación (Mazhar, 2021, p. 8).

Asimismo, Fix et al. (2022) manifestó que la técnica de recopilación de valores mediante la **observación directa** es un método de recopilación de información donde el investigador utiliza sus propios sentidos para determinar el comportamiento de un determinado elemento (p. 3). Por consiguiente, para la indagación se empleó la técnica de compilación de valores mediante la observación directa, porque durante los procesos de los ensayos de laboratorio fue necesario utilizar la observación para estimar el comportamiento de las muestras con y sin incorporación de residuos de cascará de huevo y fibra de ichu,

Por otro lado, Casteel y Bridier (2021), entre las metodologías utilizadas en la indagación se hallan el **análisis documental** que es la recopilación de información sobre el evento o estudio del contexto. En este caso, los sujetos de la investigación nos proporcionan la información indirectamente en lugar de directamente en el cual

se emplea artículos científicos, tesis de posgrados, etc., que están destinados a brindar una información precisa. Así mismo para la indagación, se emplearon el análisis de documentación que nos sirvió para poder recolectar fuentes como tesis de postgrado, artículo científico, normativas, entre otras fuentes que se emplearon para recopilar información sobre las variables de estudios.

Instrumentos de recolección de datos

Son instrumentos que el indagador emplea para interactuar con los fenómenos ocurridos en una investigación, con la finalidad de extraer datos relevantes para responder las hipótesis de estudio, entonces un instrumento de recopilación de antecedentes son cualquier recurso utilizado para recoger y almacenar datos valiosos de una investigación (Cisneros et al., 2020, p. 3). Por lo tanto, para la investigación se utilizaron fichas, formatos, cuadernos y entre otros recursos que ayudaron a la organización de los resultados del laboratorio.

Por consiguiente, los recursos que se manejaron para la acogida de datos que fueron los siguientes:

- Para el acopio de datos de la prueba de granulometría de los agregados (ASTM C 136-19)
- Para el acopio de datos de la prueba de peso unitario de los agregados (ASTM C 29-17a)
- Para el acopio de datos de la prueba de contenido de humedad de los agregados (ASTM C566)
- Para el acopio de datos de la prueba de absorción y peso específico del agregado fino (ASTM C-128)
- Para el acopio de datos de la prueba de absorción y peso específico del agregado grueso (ASTM C-127)
- Para el acopio de datos de la prueba de fluidez de la caja L (ACI 237R-07/ BSEN 12350-10)
- Para el acopio de datos de la prueba de esfuerzo a compresión (ASTM C 39/C39-20)
- Para el acopio de valores de la prueba de esfuerzo a flexión (ASTM C78)

Validez

Por otro lado, Kaitelidou (2019) ostentó está relacionada con la exactitud con la que una herramienta o método realiza la medición de un determinado elemento, entonces si un instrumento o método tiene una alta validez, los resultados obtenidos serán de alta calidad (p. 9). Por consiguiente, la validez de la investigación fue en base a sus formatos de recolección de datos del laboratorio acreditado por INACAL. De la misma manera los estudios se llevaron a cabo siguiendo los procedimientos descritos en las diferentes normas.

Tabla 6. Validez del estudio por normativas

Validez del estudio	
Procedimiento	Normas
Ensayo granulométrico de agregados	ASTM C 136-19
Ensayo de peso unitario de los agregados	ASTM C 29-17a
Ensayo de absorción y peso específico del agregado grueso	ASTM C-127
Ensayo de absorción y peso específico del agregado fino	ASTM C-128
Ensayo de contenido de humedad de agregados	ASTM C 556-19
Ensayo de fluidez de la caja L	ACI 237R-07/ BSEN 12350-10
Ensayo de esfuerzo compresor	ASTM C 39/C39-20
Ensayo de esfuerzo flexor	ASTM C78

En la tabla 6 se detalla la validez de la indagación de acuerdo a las normativas aplicables para los diferentes ensayos que se realizaron en el laboratorio, en otras palabras, el estudio será válido porque siguió los procedimientos descritos por las diferentes normativas para cada tipo de ensayo.

Confiabilidad

Para Shirali, Shekari y Angali (2018) refiere que la confiabilidad es el grado en que los procedimientos, experimentos y/o ensayos derivan los mismos resultados a partir de una determinada operación, entonces la confiabilidad es un término empleado para referirse al rendimiento de una herramienta de medición, asimismo para comprobar la seguridad de un instrumento es necesario emplear formatos validados por otros autores (p. 4). Por consiguiente, el presente estudio utilizó sus formatos de recolección de datos del laboratorio acreditado por INACAL, la cual brindo la confiabilidad necesaria para poder establecer en la investigación.

3.5. Procedimientos

Para el progreso del proyecto de exploración se necesitó seguir diferentes etapas, para poder alcanzar los objetivos del proyecto así mismo se muestra a continuación el procedimiento de las fases.

1 – Etapa: Adquisición de las cáscaras de huevo y fibra de ichu

Se realizó la recolección de los elementos que se usaron para la elaboración del concreto autocompactante (cenizas de cáscara de huevo y fibras de ichu). La obtención del material fue realizada en grandes cantidades.



Figura 1. Cáscara de huevo y fibra de ichu

2 – Etapa: Calcinación de las cáscaras de huevo para obtención de la ceniza

Se realizó la calcinación de las cáscaras de huevo para la conversión y obtención en ceniza del material para la respectiva adición cuando se realice la elaboración del concreto.



Figura 2. Calcinación de las cáscaras de huevo

3 – Etapa: Contenido de humedad de los agregados

Los agregados (Cantera Trapiche) fueron escogidos utilizando el método de cuarteo, donde se calculó el peso de la bandeja sin que hubiera ningún material en ella. Luego, se obtuvieron pequeñas muestras de ambos extremos. Estas muestras fueron pesadas y posteriormente se les retiró la humedad mediante un proceso de secado en un horno durante un período de 24 horas, tal como se ilustra en la figura 3.



Figura 3. Proporción de humedad de los materiales

4 – Etapa: Granulometría

Se optaron por ciertos agregados con el propósito de llevar a cabo la investigación. Estos fueron depositados en una serie de tamices tal como se ve en la figura 4, con el fin de determinar sus módulos de finura y los tamaños máximos que tuvieron, lo cual resultó crucial para un diseño adecuado del concreto.



Figura 4. Granulometría

5 – Etapa: Peso Unitario Suelto

Se determinó el peso del contenedor vacío, y posteriormente, las muestras se dividieron en cuatro partes iguales. Los componentes se introdujeron en el contenedor en tres capas a través de una caída libre. Posteriormente, se niveló el recipiente utilizando una varilla metálica, tal como se observó en la figura 5, antes de pesar el molde junto con los agregados. Este procedimiento se llevó a cabo tanto con agregados finos como con agregados gruesos.



Figura 5. Peso unitario suelto

6 – Etapa: Peso unitario Compactado

Primero se seleccionaron los agregados y se dividió una muestra representativa en partes iguales. Luego, se vertieron los agregados en un molde conocido y se compactaron utilizando un número específico de golpes o pasadas, asegurando una densidad adecuada, como se vio en la figura 6. Después de la compactación, se niveló la superficie superior del molde y se registró el peso total del conjunto. Finalmente, se calculó el peso unitario compactado dividiendo el peso total de los agregados por el volumen del molde, proporcionando una medida crucial para el diseño y inspección de calidad del concreto.



Figura 6. Peso unitario compactado

7 – Etapa: Absorción y peso específico de los agregados

Se inició pesando una muestra en estado seco y se sumergió en agua durante 24 horas. Luego, se registró el peso saturado superficialmente seco (PSS) tras secar superficialmente la muestra. Posteriormente, se realizó el secamiento completo en un horno para obtener el peso específico, como se observó en la figura 7. Estos datos fueron esenciales para evaluar la calidad y diseñar el concreto de manera adecuada.



Figura 7. Absorción y peso específico del material grueso

8 – Etapa: Elaboración de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Se seleccionaron cuidadosamente los materiales (cemento, agregados y agua) y se realizaron pruebas de laboratorio para evaluar sus propiedades. Con estos datos, se calcularon las proporciones ideales para obtener la resistencia deseada. Se prepararon mezclas de prueba y se efectuaron a cabo las pruebas de esfuerzo a la compresión para asegurar que cumplieran con los estándares, como se observó en la figura 8. Este proceso se repitió y ajustó hasta alcanzar la mezcla óptima, garantizando un concreto de alta calidad y rendimiento.



Figura 8. Elaboración de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

9 – Etapa: Fluides del concreto con Caja L

Para determinar la fluides del concreto autocompactante, se procedió a llenar un molde metálico con forma de “L” por la parte superior tapando con una compuerta en la arista interna que une los lados horizontal como el vertical, luego de llegar a una cierta altura del primer bloque, se retiró la placa de separación dejando fluir el concreto a través de la abertura que presentaba una rejilla de 3 barras la cual homogenizaba la caída del concreto, una vez disperso el concreto hasta el tope horizontal se tomó medidas de la capa superior hasta el resto de altura del molde horizontal pegado a rejilla y luego la del final del molde, finalmente se realizó el cálculo para determinar la fluides que presentó el concreto autocompactante, como se detalla en la figura 9.



Figura 9. Fluides del concreto

10 – Etapa: Peso unitario del concreto

Se comenzó a efectuar un muestreo representativo de la composición del concreto que se deseaba evaluar, luego, se llenó un recipiente de volumen conocido con el concreto recién mezclado y se compactó cuidadosamente para eliminar espacios vacíos. El recipiente lleno se pesó con precisión y se registró este peso. Posteriormente, se efectuaron el peso unitario dividiendo el peso total del concreto dentro del recipiente por el volumen del recipiente, como se observó en la figura 10.



Figura 10. Densidad unitaria del concreto

11 – Etapa: Elaboración y curado de testigos de concreto

En primer lugar, se mezclaron cuidadosamente los materiales, como cemento, agregados, agua y, en algunos casos, aditivos, siguiendo una proporción específica de diseño. La mezcla se vertió en moldes o en el sitio de construcción de manera uniforme. Luego, se procedió al curado del concreto, como se vio en la figura 11, lo que implicó mantener la superficie del concreto húmeda durante un período de tiempo determinado, a menudo mediante la aplicación de agua.



Figura 11. Preparado y curado del concreto

12 – Etapa: Ensayo de esfuerzo a la compresión

En este proceso, se prepararon cilindros de concreto representativos de la mezcla utilizada en el proyecto. Estos cilindros se llenaron con el concreto fresco y se

compactaron cuidadosamente para eliminar posibles bolsas de aire. Después de un período de curado, que se evaluó a los 7, 14 y 28 días, los cilindros se sometieron a cargas de compresión en una máquina de ensayo especializada. La fuerza aplicada se registró hasta que el cilindro se rompió, como se observó en la figura 12, lo que proporcionó un valor de esfuerzo compresor.



Figura 12. Ensayo de esfuerzo a la compresión

13 – Etapa: Prueba de esfuerzo a la flexión

Estas vigas se curaron durante un período específico para garantizar su adecuado desarrollo. Luego, se colocaron en una máquina de ensayo de flexión que aplicó una carga en el centro de la viga, como se observó en la figura 13, se midió la carga impuesta y la deformación resultante de la viga.



Figura 13. Ensayo de esfuerzo a la flexión

3.6. Método de análisis de datos

Esto hace referencia a los conjuntos de metodologías y sistematizaciones manipulados para inspeccionar, constituir e interpretar los datos recopilados en una

investigación con el propósito de extraer información relevante, identificar patrones y relaciones, y responder a las preguntas planteadas en el estudio, este método puede variar acorde al tipo de información y los objetivos de la exploración, pudiendo incluir enfoques estadísticos, cualitativos y de contenido, etc. Durante el proceso de análisis, se aplican rigurosamente las técnicas seleccionadas, se depuran y revisan los datos, se realizan cálculos y transformaciones adecuadas, y se interpreta el resultado obtenido, concluyendo que este método es esencial para obtener conclusiones confiables y significativas basadas en evidencia empírica, y contribuye al avance del conocimiento y la toma de decisiones informadas (Lemus y Pérez, 2020).

En este apartado se realizaron mención de las técnicas y procedimientos a ejecutar para el correcta interpretación de la información resultante de los ensayos de laboratorio, así mismo se aplicaron la estadística inferencial donde se empleó el estudio de varianza(ANOVA), la cual sirvieron para ejecutar la contrastación de las hipótesis de estudio, además se aplicaron la estadística descriptivo en la cual se utilizaron la media aritmética, para ello fue indispensable el uso de una base sólida y confiable de información recopilada de distintas investigaciones anteriores como artículos registrados y revistas científicas de alto nivel, así como también tesis de postgrado, normativas peruanas, entre otros recursos, para establecer los criterios y pruebas que se utilizaron para ajustar el incrementó de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu. Después de realizado los ensayos y obtenidos los resultados, se utilizaron softwares estadísticos como MINITAB, IBM SPSS y STATISTICA para procesar los datos que representen de manera sencilla y clasificada las variaciones entre los valores experimentales y patrones.

3.7. Aspectos éticos

Concerniente a la indagación, se mantuvo un alto nivel de responsabilidad y dedicación al cumplir con los lineamientos establecidos por la UCV. Considerando los aspectos éticos al utilizar información externa del autor, donde se citó y referencio correctamente según las normas ISO690, en sentido de la perduración del contenido y créditos correspondientes. Así mismo, se hizo especial vigor en la resolución N° 0262-2020/UCV para avalar el respeto de los patrones éticos. En términos de la recolección de información, se recurrió a una amplia gama de fuentes

confiables, como artículos científicos, tesis de posgrado y revistas científicas de alto nivel, con el fin de respaldar y validar los resultados obtenidos. Estos recursos fueron obtenidos de diversas fuentes, incluyendo el repositorio de la UCV, así como plataformas reconocidas como SCIELO, SCIEDIRECT, SCOPUS, entre otras. Esta diversidad de fuentes contribuyó a enriquecer el estudio y a fortalecer la validez de los hallazgos. Asimismo, se siguieron las normativas tanto nacionales, como la NTP, como internacionales, como la ASTM, para efectuar las pruebas de laboratorio necesarios en la investigación. Estas normativas fueron seleccionadas cuidadosamente con el objetivo de garantizar un nivel de confianza y validez óptimos en los resultados que fueron presentados. Con estas medidas, se buscó asegurar la calidad y la fiabilidad de la investigación, proporcionando una base sólida para su análisis y conclusiones.

Por otro lado, como criterios se determinó la ética de la investigación y se utilizaron los siguientes, **Beneficencia:** se realizó una revisión bibliográfica de informaciones donde utilizaron cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la preparación del concreto autocompactante, asimismo los datos adquiridos fueron utilizados para brindar una propuesta de solución frente a los problemas presentados. **No maleficencia:** Los datos que se emplearon para el progreso de la indagación fueron reconocidas brindando los créditos de los autores, por otro lado, se realizaron un control estricto para que los resultados del laboratorio no sean manipulados. **Autonomía:** Para el desarrollo del estudio se tuvo en cuenta los procedimientos descritos por las normas nacionales e internacionales a fin de lograr los hallazgos de alta calidad. **Justicia:** Para el cumplimiento de la justicia de la investigación tanto del autor del estudio, así como también de los jurados se realizaron los reconocimientos correspondientes de la autoría de los diferentes trabajos de investigación recopilados.

IV. RESULTADOS

4.1 Generalidades

En este apartado se detalló los hallazgos del estudio efectuado en el laboratorio que comparó los efectos de dos aditivos sobre las características físicas de los agregados y diseño de mezcla.

Caracterización de la ceniza de cáscara de huevo

Distribución granulométrica

A continuación, se muestra los datos obtenidos a partir del tamizado de las cenizas de cáscara de huevo, de los cuales se tomó una muestra de 499.3 gramos, esto se detalla en la tabla 7 y en la figura 14.

Tabla 7. Prueba de granulométrica de la ceniza de cáscara de huevo

Malla	Tamiz	Agregado retenido		% Acumulado	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.38	1.5	0.3	0.3	99.7
N° 16	1.19	166.6	33.4	33.7	66.3
N° 30	0.60	149.8	30.0	63.7	36.3
N° 50	0.30	63.5	12.7	76.4	23.6
N° 100	0.15	45.7	9.2	85.6	14.4
FONDO	-	72.1	14.4	100.0	0.0

Así mismo, se muestra en la figura 14 la curva granulométrica de la ceniza de cáscara de huevo, cuando pasó por la serie de tamices similar a la granulometría de agregados finos.

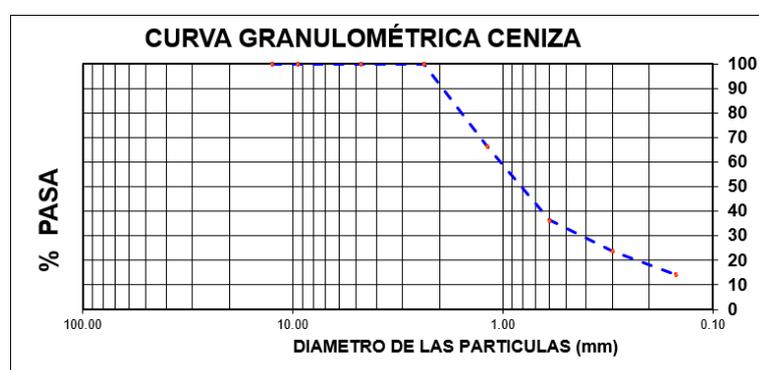


Figura 14. Distribución granulométrica de la ceniza de cáscara de huevo

Distribución granulométrica del agregado fino

Los hallazgos derivados en conformidad con las pautas establecidas por la norma ASTM C136, y los tamices utilizados se seleccionaron siguiendo las especificaciones estándar. A continuación, se presentaron los hallazgos de la distribución del material por tamaño, realizado con una muestra de 943.7 gr., utilizando el tamiz número 4 como el tamaño mínimo nominal (TMN), lo cual se refleja en la tabla 8.

Tabla 8. Prueba de granulométrica del agregado fino

Malla	Tamiz	Agregado retenido		% Acumulado		Norma
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C33
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	4.76	25.2	2.7	2.7	97.3	95 - 100
N° 8	2.38	161.6	17.1	19.8	80.2	80 - 100
N° 16	1.19	227.7	24.1	43.9	56.1	50 - 85
N° 30	0.60	197.3	20.9	64.8	35.2	25 - 60
N° 50	0.30	147.1	15.6	80.4	19.6	5 - 30
N° 100	0.15	112.2	11.9	92.3	7.7	0 - 10
FONDO	-	72.6	7.7	100.0	0.0	

Así mismo, se muestra en la figura 15 la curva granulometría de la ceniza de cáscara de huevo, cuando pasó por la serie de tamices similar a la granulometría de agregados finos.

Cálculo del módulo de finura

Por lo tanto, el análisis granulométrico realizado a la muestra de agregado fino mostró un valor de "3.05" para el módulo de finura, donde está dentro de los parámetros requerido por la norma técnica peruana 400.037.

$$MF = \frac{2.7+19.8+43.9+64.8+80.4+92.3}{100}$$

$$MF = 3.04$$

La curva de análisis de distribución granulométrica para la proporción de muestra empleada se muestra en la figura 15 junto con sus límites extremos, lo que nos

permite concluir que la curva está dentro de los parámetros permitidos. Por esta razón se empleó el método ACI para completar la preparación de la elaboración de diseño.

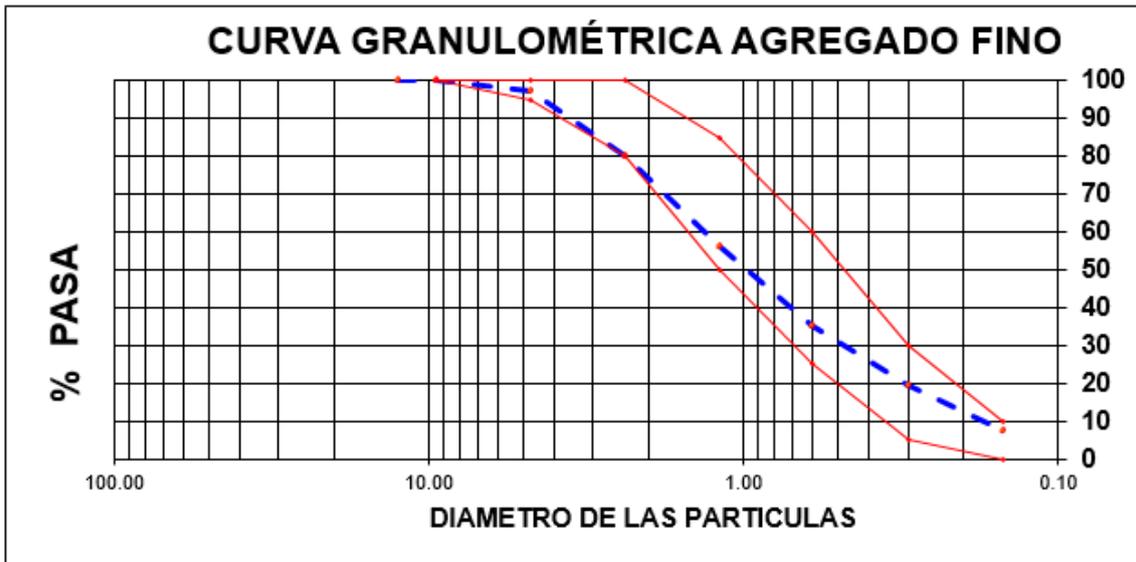


Figura 15. Curva de distribución granulométrica del material fino

Distribución granulométrica del material grueso

Asimismo, el análisis de distribución del material grueso se obtuvo conforme con las descripciones determinadas en la norma ASTM C136; como resultado se utilizó un peso de muestra de 2 181.7 gramos; los hallazgos de este experimento se visualizan en la tabla 9.

Tabla 9. Prueba granulométrica del material grueso

Malla	Tamiz	Agregado retenido		% Acumulado		Norma
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C33
2"	50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.5	0.0	0.0	0.0	100.00	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.00	100
1/2"	12.50	110.1	5.0	5.0	95.0	90 - 100
3/8"	9.53	651.3	29.9	34.9	65.1	40 - 85
N° 4	4.76	1,193.2	54.7	89.6	10.4	10 - 40
N° 8	2.38	150.1	6.9	96.5	3.5	0 - 15
N° 16	1.18	67.4	3.1	99.6	0.4	
FONDO	-	9.6	0.4	100.0	0.0	

Cálculo del módulo de finura

Por lo tanto, el análisis granulométrico realizado a la muestra de agregado grueso mostró un valor de “6.21” para el módulo de finura, donde está dentro de los parámetros requerido por la norma técnica peruana 400.037.

$$MF = \frac{0+0+34.9+89.6+96.5+99.6+100+100+100}{100}$$

$$MF = 6.21$$

En consecuencia, la distribución de la granulometría del material grueso se muestra en la figura 16; esta curva se ajusta a las normas aplicables y se manifiesta entre los parámetros superiores e inferiores especificados. Esto llevó a que se llevaron a cabo una elaboración de mezcla de acuerdo con ACI 237.

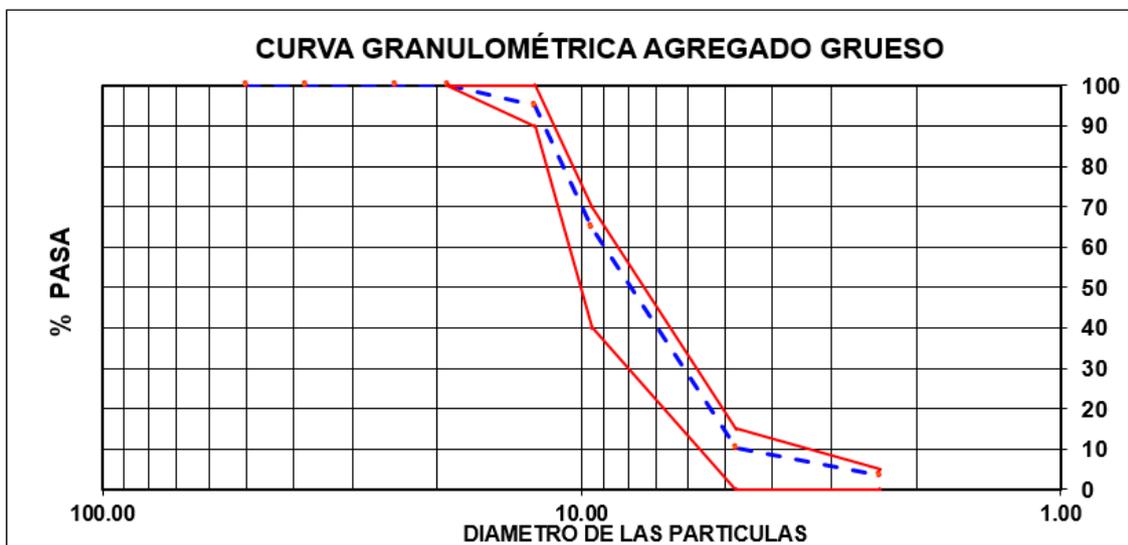


Figura 15. Distribución de granulometría del material grueso

Hallazgos para el peso unitario para el material fino

Para obtener los datos utilizados para calcular del peso unitario, fue necesario realizar las siguientes pruebas: conocer el peso del molde que fue de 2363 gramos, esto permitió a calcular la densidad de la muestra utilizando los hallazgos que se muestra en la tabla 8. Para ello, se hicieron tres réplicas idénticas de la muestra y se pesaron entre sí.

$$Densidad = M/V$$

Tabla 10. Peso unitario del material fino suelto y compactado

Muestra		Peso			Volumen del molde	Peso unitario suelto de la muestra
		molde (g)	muestra (g)	Molde + muestra (g)		
Suelto	M - 1	1622	4292	5914	2800	1533
	M - 2	1622	4290	5912	2800	1532
	M - 3	1622	4291	5913	2800	1533
	Prom.	1622	4291	5913	2800	1533
Compactado	M - 1	1622	4957	6579	2800	1770
	M - 2	1622	4951	6573	2800	1768
	M - 3	1622	4955	6577	2800	1770
	Prom.	1622	4954	6576	2800	1769

El peso unitario promedio del material fino se muestra en la figura 17, así mismo se obtuvo un valor promedio de la densidad suelta de 1533 kilogramos por metro cúbico, mientras que el peso del agregado fino compactado fue de 1769 kilogramos por metro cúbico. Se pudo denotar una diferencia respecto al agregado suelto como compactado esto se debe a que los espacios de aire se eliminan durante el proceso de compactación.

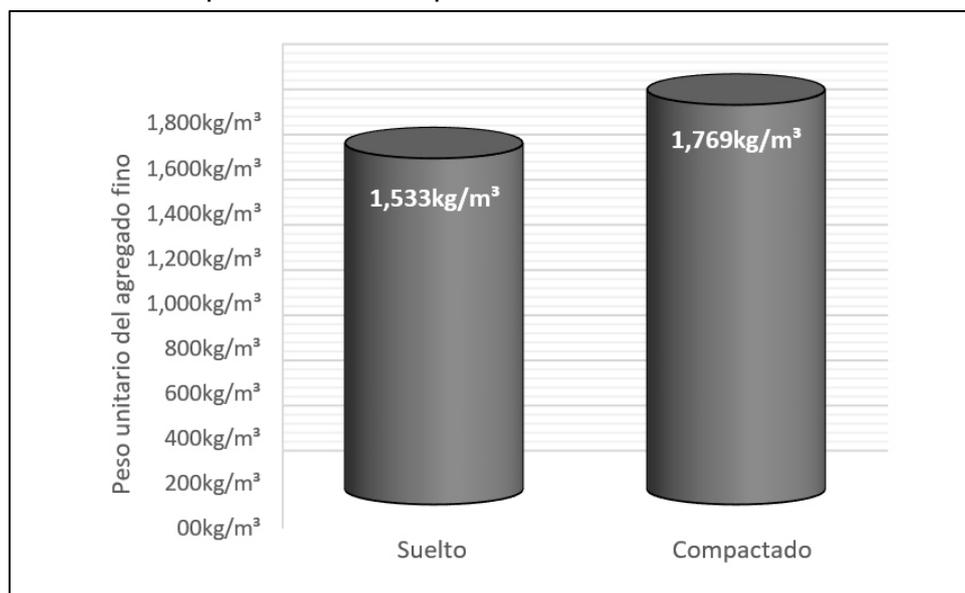


Figura 16. Peso unitario del material fino

Hallazgos para el peso unitario para el material grueso

La variación en los pesos de las muestras se puede denotar mediante la diferencia que presentó el agregado suelto y compactado, esto se vio influenciado por la compactación. Para ello se tomaron tres muestras recopiladas que fueron promediadas, los hallazgos se contemplan en la tabla 11.

Tabla 11. Peso unitario del material grueso suelto y compactado

Muestra		Peso			Volumen del molde	Peso unitario suelto de la muestra
		molde (g)	muestra (g)	Molde + muestra (g)		
Suelto	M - 1	9200	21077	30277	9200	1491
	M - 2	9200	21064	30264	9200	1491
	M - 3	9200	21065	30255	9200	1490
	Prom.	9200	21066	30265	9200	1491
Compactado	M - 1	9200	22941	32141	9200	1624
	M - 2	9200	22925	32125	9200	1622
	M - 3	9200	22913	32113	9200	1622
	Prom.	9200	22926	32126	9200	1623

La diferencia en densidad que se observa en la figura 18 se debe a que se llenaron los huecos generados por los agregados durante el proceso de compactación. El PUS logró una densidad de 1491 kg/m³, mientras que el PUC exhibió un valor de 1623 kg/m³.

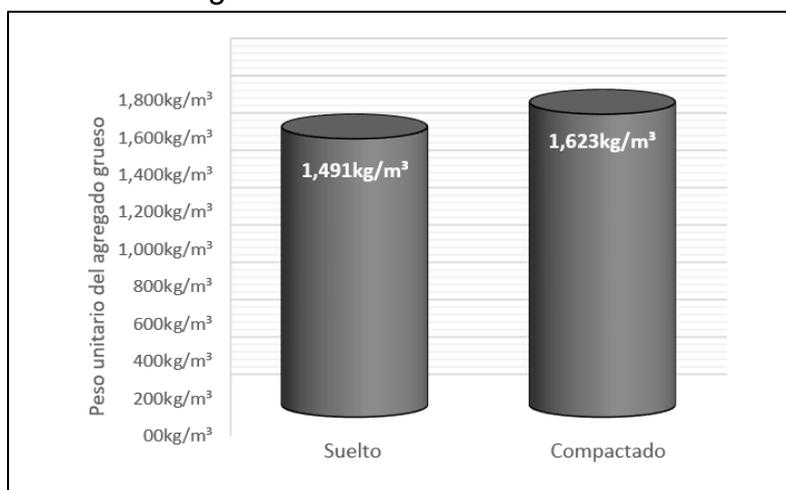


Figura 17. Peso unitario del material grueso

Hallazgos del ensayo de absorción para el material fino

La absorbencia de la cantidad se verificó por medio del estudio de dos cantidades para obtener un valor promedio. Este análisis reveló una tasa de absorción del 1,7% con respecto a la muestra de material fino, como se ilustra en la tabla 12.

Tabla 12. Cantidad de absorción para el material fino

Muestra	M1	M2	Promedio
Masa específica	2.63	2.62	2.63
Masa Especifica (SSS)	2.67	2.67	2.67
Masa Relativa aparente (Gravedad específica)	2.75	2.76	2.75
Absorción (%)	1.6	1.9	1.7

Absorción para el agregado grueso

También se efectuó la misma prueba de absorción para el material grueso, con dos réplicas utilizadas para determinar una absorción promedio de 1,0%, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Cantidad de absorción para el material grueso

Muestra	M1	M2	Promedio
Peso Relativo aparente (Gravedad específica)	2.74	2.77	2.75
Peso Esp. de la masa superficie seca saturada	2.70	2.71	2.71
Peso Esp. de la masa	2.67	2.69	2.68
Absorción (%)	1.0	1.1	1.0

La figura 19 exhibe los resultados de la prueba de absorción en porcentaje para los dos tipos de agregados. Se observa que el agregado con partículas finas tiene una absorción del 1,7%, mientras que los agregados gruesos muestran una tasa de absorción del 1,0%, lo que equivale a una diferencia de 0,7% entre ambos tipos de agregados.

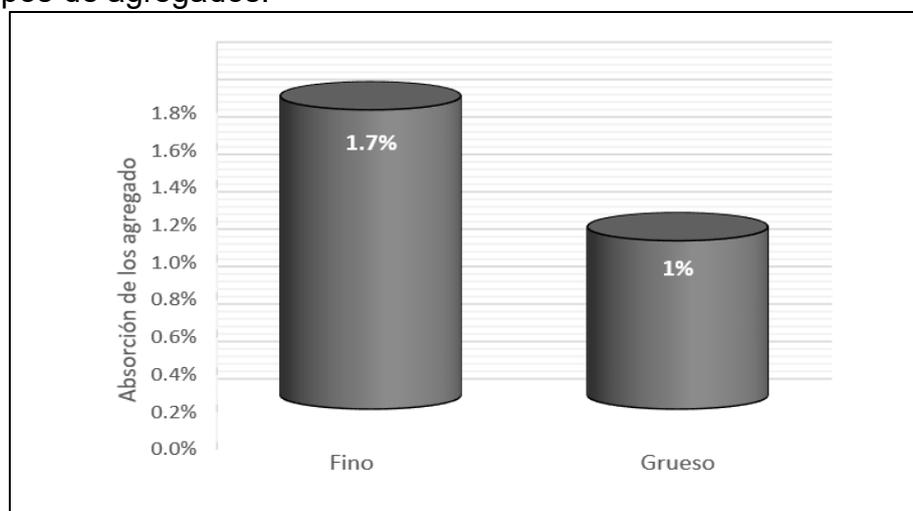


Figura 18. Absorción entre material fino y grueso

Diseño de mezcla del concreto control

La composición de la mezcla de concreto se estableció con una resistencia de $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, del cual no se incluyeron cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu. Los componentes, es decir, los agregados, el agua y el cemento, se determinaron mediante el método ACI, el cual calculó la proporción adecuada de estos elementos esenciales en la preparación del concreto convencional.

Además, se estableció la cantidad de material por cada 165 litros, como se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. Diseño de mezcla del concreto patrón

Resistencia de concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
Cemento (kg)	Agua efectiva (L)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	2% de aditivo Superplastificante (kg)
69.56	33.39	153.95	134.52	1.42

Diseño de mezcla del grupo experimental (1.5% CCH + 0.75% FI)

La tabla 15 presenta las mezclas diseñadas con la incorporación de CCH y FI, en una proporción de 1.5% de cenizas de cáscara de huevo y 0.75% fibras de ichu con respecto al agregado fino. Asimismo, se emplearon 1.06 kg de CCH y 1.15 kg de FI en términos de peso, con el objetivo de mejorar las características físicas y mecánicas del concreto.

Tabla 15. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.5% CCH y 0.75% FI

Resistencia de concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$						
Cemento (kg)	Agua efectiva (L)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Ceniza de cáscara de huevo (kg)	Fibra de ichu (kg)	2% de aditivo Superplastificante (kg)
68.49	33.39	152.80	134.52	1.06	1.15	1.42

Diseño de mezcla del grupo experimental (1.70% CCH + 0.95% FI)

La tabla 16 presenta las mezclas diseñadas con la incorporación de CCH y FI, en una proporción de 1.70% de cenizas de cáscara de huevo y 0.95% fibras de ichu con respecto al agregado fino. Asimismo, se emplearon 1.21 kg de CCH y 1.46 kg de FI en términos de peso, con el objetivo de mejorar las características físicas y mecánicas del concreto.

Tabla 16. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.70% CCH y 0.95% FI

Resistencia de concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$						
Cemento (kg)	Agua efectiva (L)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Ceniza de cáscara de huevo (kg)	Fibra de ichu (kg)	2% de aditivo Superplastificante (kg)
68.35	33.39	152.49	134.52	1.21	1.46	1.42

Diseño de mezcla del grupo experimental (1.80% CCH + 1.20% FI)

La tabla 17 presenta las mezclas diseñadas con la incorporación de CCH y FI, en una proporción de 1.80% de cenizas de cáscara de huevo y 1.20% fibras de ichu con respecto al agregado fino. Asimismo, se emplearon 1.28 kg de CCH y 1.85 kg de FI en términos de peso, con el objetivo de mejorar las características físicas y mecánicas del concreto.

Tabla 17. Diseño de mezcla del grupo experimental 1.80% CCH y 1.20% FI

Resistencia de concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$						
Cemento (kg)	Agua efectiva (L)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Ceniza de cáscara de huevo (kg)	Fibra de ichu (kg)	2% de aditivo Superplastificante (kg)
68.28	33.39	152.10	134.52	1.28	1.85	1.42

4.2 Objetivo específico 1: Determinar la fluidez del concreto autocompactante adicionando **cenizas** de cáscara de huevo y fibra de ichu

Fluidez

Se llevaron a cabo análisis de fluidez utilizando la caja L, siguiendo las pautas establecidas por las normas. Los resultados de estos análisis se presentan en la tabla 18, con el propósito de examinar las alteraciones que resultan de la inclusión de micro y macrofibras en las combinaciones de concreto.

Tabla 18. Fluidez del concreto en Caja L

Diseño	Abreviatura	Porcentaje	Fluidez (mm/s)		
			H1	H2	Coef. De bloqueo
Grupo Control	CP-1	0% CCH + 0% FI	0.93	0.75	0.81
	CP-2	0% CCH + 0% FI	0.93	0.77	0.83
	CP-3	0% CCH + 0% FI	0.97	0.80	0.82
Grupo 1	G1-1	1.5% CCH + 0.75% FI	0.88	0.74	0.85
	G1-2	1.5% CCH + 0.75% FI	0.91	0.78	0.86
	G1-3	1.5% CCH + 0.75% FI	0.97	0.82	0.84
Grupo 2	G2-1	1.7% CCH + 0.95% FI	0.91	0.82	0.90
	G2-2	1.7% CCH + 0.95% FI	0.91	0.84	0.92
	G2-3	1.7% CCH + 0.95% FI	0.90	0.80	0.89
Grupo 3	G3-1	1.8% CCH + 1.2% FI	0.92	0.88	0.96
	G3-2	1.8% CCH + 1.2% FI	0.89	0.84	0.94
	G3-3	1.8% CCH + 1.2% FI	0.90	0.88	0.98

La evaluación de la fluidez del concreto fresco en relación con las adiciones de micro y macrofibras en diferentes proporciones: 1.50% de CCH + 0.5% de FI (G1), 1.70% de CCH + 0.95% de FI (G2) y 1.80% de CCH + 1.20% de FI (G3), tanto para las muestras de prueba como para las de control. En el orden mencionado, los grupos experimentales mostraron fluidez de 0.85, 0.90 y 0.96, mientras que el grupo de control tuvo una fluidez de 0.82. La presencia aumentada de cenizas de cáscara de huevo y fibras de ichu hizo que el coeficiente vaya en aumento proporcionando una relación directa.

4.3 Objetivo específico 2: Determinar el peso unitario del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu

Peso unitario del concreto

Se llevaron a cabo tres pruebas para cada diseño, basándose en los resultados obtenidos en el laboratorio. Luego, se calculó el promedio de estos tres valores, lo que facilitó la determinación del peso unitario del concreto fresco, como se detalla en la tabla 19.

Tabla 19. Peso unitario del concreto patrón y experimentales

Diseño	Abreviatura	Porcentaje	Peso unitario (kg/m ³)			
			M1	M2	M3	Promedio
Grupo Control	GC	0% CCH + 0% FI	2320	2317	2322	2320
Grupo 1	G1	1.5% CCH + 0.75% FI	2327	2328	2330	2328
Grupo 2	G2	1.7% CCH + 0.95% FI	2338	2337	2336	2337
Grupo 3	G3	1.8% CCH + 1.2% FI	2341	2342	2346	2343

De esta manera, se pueden observar los resultados del peso unitario del concreto en la figura 20. Se evidencia que el peso unitario del concreto en estado fresco, en relación a las adiciones en las cantidades de 1.50% de CCH + 0.75% de FI (G1), 1.70% de CCH + 0.95% de FI (G2) y 1.80% de CCH + 1.20% de FI (G3), muestra variaciones con respecto al grupo de control. El peso unitario del concreto en el grupo de control fue de 2320 kg/m³, lo que representa el 100%. En consecuencia, el grupo experimental 1 registró un peso unitario de 2328 kg/m³, equivalente al 100.37% del peso, seguido por el grupo experimental número 2 con 2337 kg/m³, que corresponde al 100.76% del peso y para el tercer

grupo experimental, el peso unitario fue de 2346 kg/m³, que equivale al 101.01% del peso.

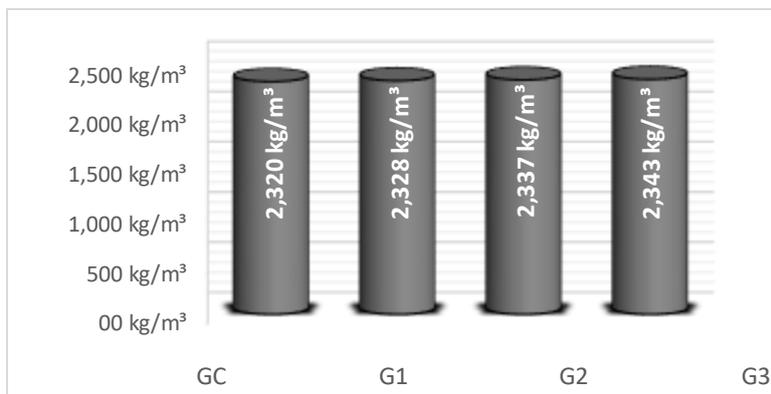


Figura 20. Peso unitario del patrón y grupos experimentales

4.4 Objetivo específico 3: Determinar la resistencia a compresión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.

Resistencia a la compresión a los 7 días

Con el fin de llevar a cabo la prueba de resistencia a la compresión, se utilizaron cilindros de concreto con dimensiones de 4” de diámetro por 8” de altura. Estas probetas se sumergieron en agua y se les permitió curar adecuadamente. Después de 7 días de curado, se procedió a realizar las pruebas de resistencia a la compresión en los especímenes de concreto. Los resultados de estas pruebas se presentan en la tabla 20, y se puede observar la maduración en la figura 21, de los cuales, a partir de los resultados obtenidos, se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI, presentando una resistencia de 233.10 kg/cm² mejoró su resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 210.97 kg/cm².

Tabla 20. Resistencia a la compresión a los 7 días de curado

Diseño	Abreviatura	Fecha de vaciado y rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (kg/cm ²)			
				M1	M2	M3	Promedio
Concreto Patrón	GC	8/8/2023 - 15/8/2023	7	221.4	213.7	197.8	210.97
1.50% CCH + 0.75% FI	G1			238.5	234.3	226.5	233.10
1.70% CCH + 0.95% FI	G2			196.3	204.0	223.3	207.87
1.80% CCH + 1.20% FI	G3			200.0	185.2	196.6	193.93

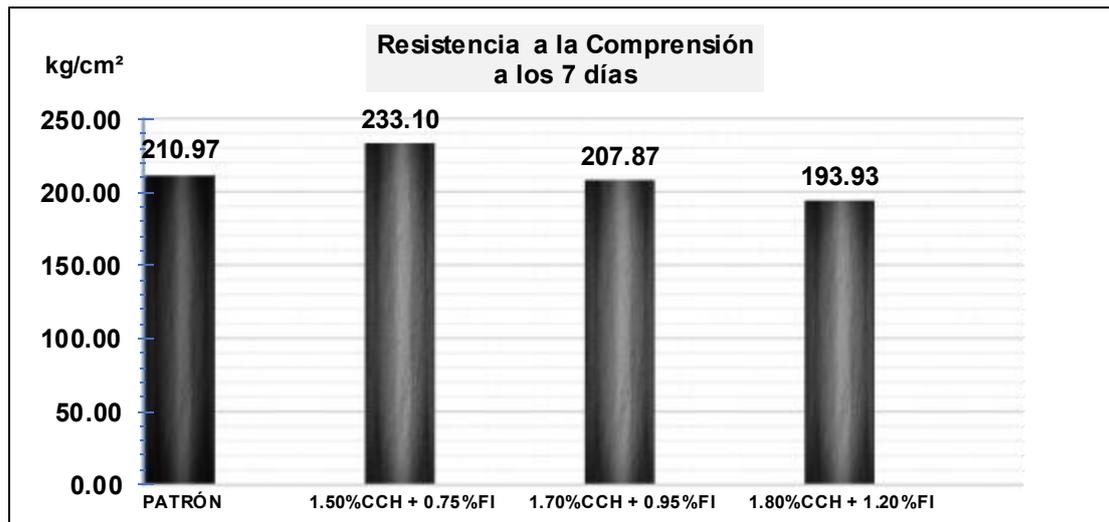


Figura 19. Resistencia a la compresión a los 7 días

Resistencia a la compresión a los 14 días

Con el fin de llevar a cabo la prueba de resistencia a la compresión, se utilizaron cilindros de concreto con dimensiones de 4" de diámetro por 8" de altura. Estas probetas se sumergieron en agua y se les permitió curar adecuadamente. Después de 14 días de curado, se procedió a realizar las pruebas de resistencia a la compresión en los especímenes de concreto. Los resultados de estas pruebas se presentan en la tabla 21, y se puede observar la maduración en la figura 22, de los cuales, a partir de los resultados obtenidos, se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI, presentando una resistencia de 273.27 kg/cm² casi mantuvo la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 275.63 kg/cm².

Tabla 21. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado

Diseño	Abreviatura	Fecha de vaciado y rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (kg/cm ²)			
				M1	M2	M3	Promedio
Concreto Patrón	GC	8/8/2023 - 22/8/2023	14	270.7	279.7	276.5	275.63
1.50% CCH + 0.75% FI	G1			268.4	274.5	276.9	273.27
1.70% CCH + 0.95% FI	G2			253.7	244.3	257.9	251.97
1.80% CCH + 1.20% FI	G3			218.1	217.6	227.0	220.90

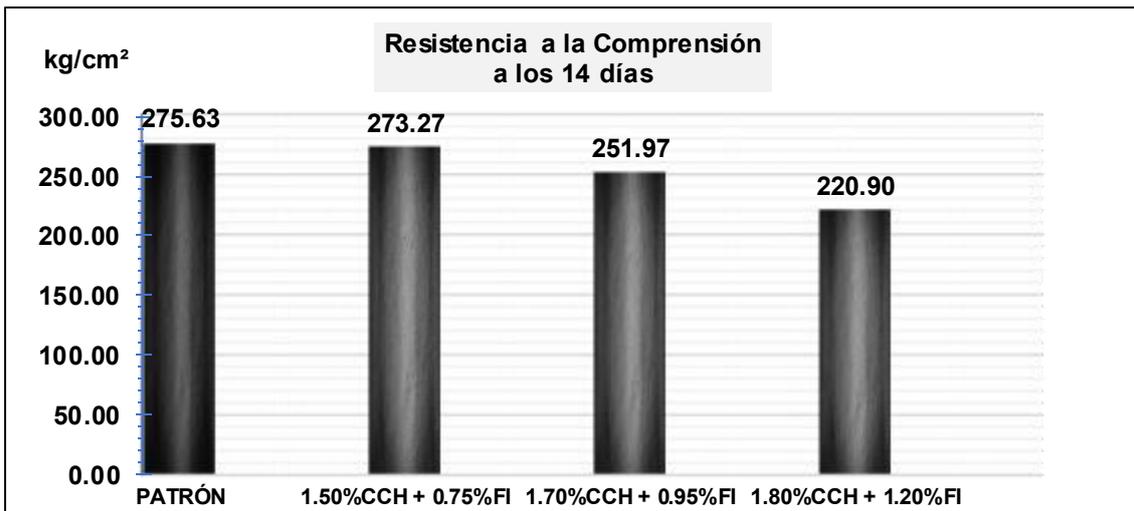


Figura 20. Resistencia a la compresión a los 14 días

Resistencia a la compresión a los 28 días

Con el fin de llevar a cabo la prueba de resistencia a la compresión, se utilizaron cilindros de concreto con dimensiones de 4" de diámetro por 8" de altura, estas probetas se sumergieron en agua y se les permitió curar adecuadamente, después de 28 días de curado, se procedió a realizar las pruebas de resistencia a la compresión en los especímenes de concreto, asimismo, los resultados de estas pruebas se presentan en la tabla 22, y se puede observar la maduración en la figura 23, de los cuales, a partir de los resultados obtenidos, se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI, presentando una resistencia de 332.87 kg/cm² casi mantuvo la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 340.20 kg/cm² y generando una diferencia porcentual de 2.15%.

Tabla 22. Resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Diseño	Abreviatura	Fecha de vaciado y rotura	Edad (Días)	Esfuerzo (kg/cm ²)			
				M1	M2	M3	Promedio
Concreto Patrón	GC	8/8/2023 - 22/9/2023	28	336.0	347.9	336.7	340.20
1.50% CCH + 0.75% FI	G1			335.1	330.8	332.7	332.87
1.70% CCH + 0.95% FI	G2			318.1	290.7	298.9	302.57
1.80% CCH + 1.20% FI	G3			262.7	264.2	275.4	267.43

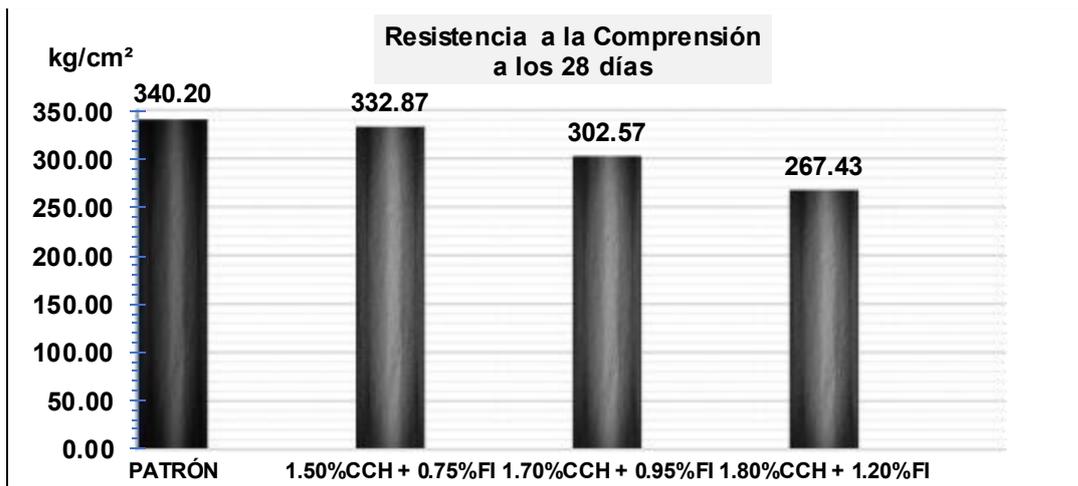


Figura 21. Resistencia a la compresión a los 28 días

4.5 Objetivo específico 4: Determinar la resistencia a flexión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.

Resistencia a la flexión a los 7 días

Para determinar la resistencia a la flexión, primero se retira la viga de 15 x 15 x 50 cm. del proceso de curado. Luego, para llevar a cabo la prueba de resistencia a la flexión a los 7 días, los resultados se muestran en la tabla 23, que presenta los datos obtenidos de los ensayos. En cada grupo de diseño se evaluaron 3 vigas. Estos resultados se representan gráficamente en la figura 24, donde se pueden apreciar las resistencias promedio alcanzadas. Por lo tanto, el grupo control mostró una resistencia de 38.83 kg/cm², mientras que el grupo que mostró una mejora más notoria en primera instancia fue el segundo grupo experimental con una resistencia de 44.83 kg/cm² y demás grupos experimentales, mientras que en segunda instancia el primer grupo experimental igualmente mostró una mejoría en comparación a la muestra control con una resistencia de 42.23 kg/cm².

Tabla 23. Resistencia a la flexión a los 7 días de curado

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Ubicación de falla	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
Concreto Patrón	8/8/2023	15/8/2023	7	Dentro del tercio medio	45.0	39.6	38.83
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	36.7	
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	40.2	
1.50% CCH + 0.75% FI)	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	41.8	42.23
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	42.4	
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	42.5	
1.70% CCH + 0.95% FI	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	44.0	44.83
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	45.0	
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	45.5	
1.80% CCH + 1.20% FI	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	39.2	37.57
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	38.9	
	8/8/2023	15/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	34.6	

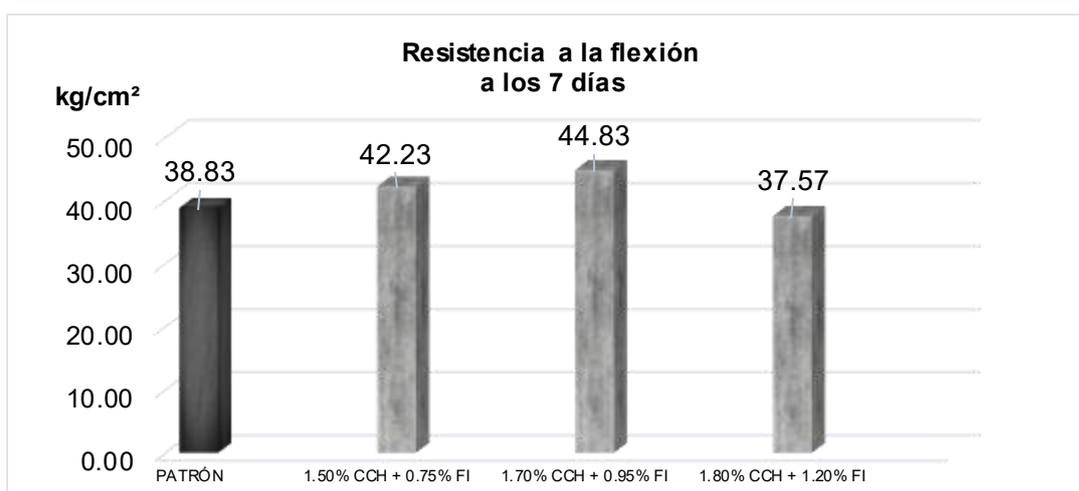


Figura 24. Resistencia a la flexión a los 7 días

Resistencia a la flexión a los 14 días

Para determinar la resistencia a la flexión, primero se retira la viga de 15 x 15 x 50 cm. del proceso de curado. Luego, para llevar a cabo la prueba de resistencia a la flexión a los 14 días, los resultados se muestran en la tabla 24, que presenta los datos obtenidos de los ensayos. En cada grupo de diseño se evaluaron 3 vigas. Estos resultados se representan gráficamente en la figura 25, donde se pueden apreciar las resistencias promedio alcanzadas. Por lo tanto, el grupo control mostró una resistencia de 50.70 kg/cm², y el segundo grupo experimental obtuvo una mejora resistencia que fue de 51.70 kg/cm².

Tabla 24. Resistencia a la flexión a los 14 días de curado

Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	Ubicación de falla	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Promedio
Concreto Patrón	8/8/2023	22/8/2023	14	Dentro del tercio medio	45.0	50.7	50.70
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	51.7	
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	49.7	
1.50% CCH + 0.75% FI)	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	48.6	49.50
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	49.7	
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	50.2	
1.70% CCH + 0.95% FI	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	52.1	51.70
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	50.1	
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	52.9	
1.80% CCH + 1.20% FI	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	51.2	48.63
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	48.6	
	8/8/2023	22/8/2023		Dentro del tercio medio	45.0	46.1	

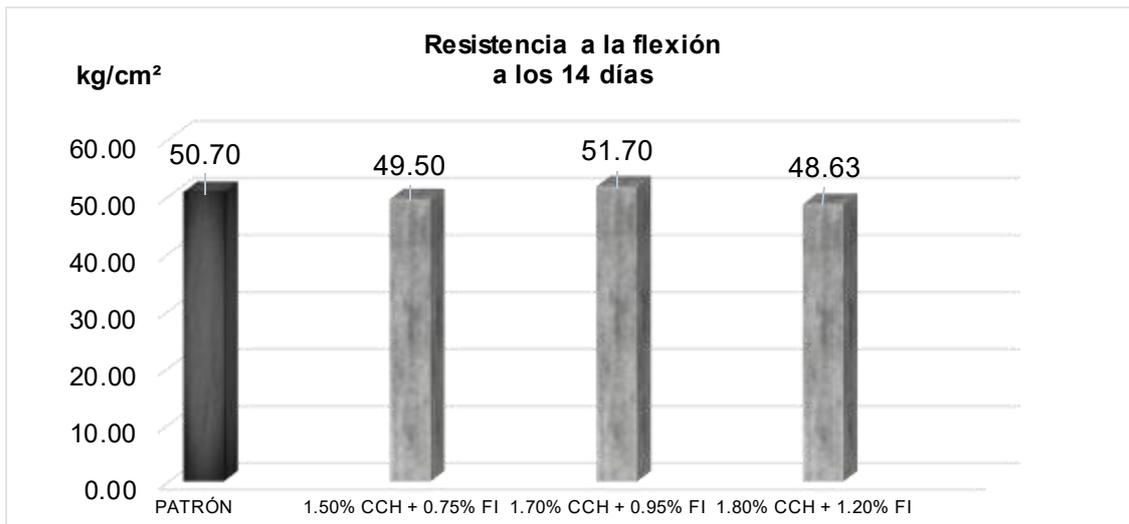


Figura 22. Resistencia a la flexión a los 14 días

Resistencia a la flexión a los 28 días

Con el fin de llevar a cabo la prueba de resistencia a la flexión, se utilizaron viguetas de concreto con dimensiones de 50 cm de diámetro por 15 cm de altura y 15 cm de espesor, estas probetas se sumergieron en agua y se les permitió curar adecuadamente, después de 28 días de curado, se procedió a realizar las pruebas de resistencia a la flexión en los especímenes de concreto, asimismo, los resultados de estas pruebas se presentan en la tabla 25, y se puede observar la curva de maduración en la figura 26, de los cuales, a partir de los resultados obtenidos, se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.70% CCH + 0.95% FI, presentando una resistencia de 55.53 kg/cm² casi mantuvo la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 55.73 kg/cm² y generando una diferencia porcentual del 0.36%.

Tabla 25. Resistencia a la flexión a los 28 días de curado

Diseño	Abreviatura	Fecha de vaciado y rotura	Ubicación de falla	Esfuerzo (kg/cm ²)			
				M1	M2	M3	Promedio
Concreto Patrón	GC	8/8/2023 - 22/8/2023	Dentro del tercio medio	56.0	57.5	53.7	55.73
1.50% CCH + 0.75% FI	G1			52.3	53.6	54.9	53.60
1.70% CCH + 0.95% FI	G2			55.6	55.1	55.9	55.53
1.80% CCH + 1.20% FI	G3			54.3	53.5	52.5	53.43

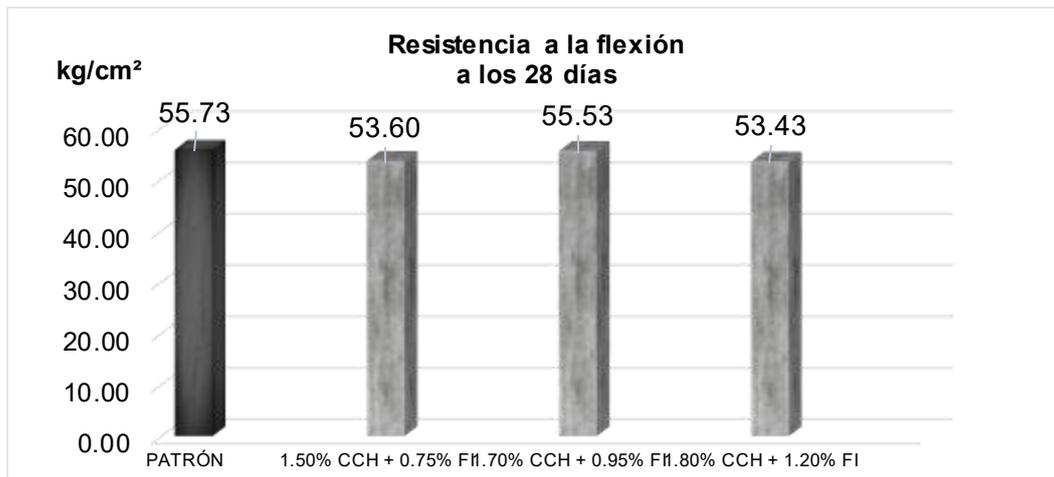


Figura 23. Resistencia a la flexión a los 28 días

4.6 Contrastación de Hipótesis Específico N° 1: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la fluidez del concreto autocompactante.

Prueba de normalidad de Hipótesis Específico N° 1

Con el propósito de determinar y saber si los datos son paramétricos, del cual, al contar con una cantidad de datos inferior a 50, es pertinente utilizar el método de Shapiro Wilk, para determinar la normalidad existente entre los datos obtenidos de la primera hipótesis, en donde se debe cumplir con valor $P > \alpha$, para una distribución normal, los datos obtenidos a partir del software se pueden observar en la tabla 26.

Tabla 26. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 1

	Adiciones de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu	Shapiro-Wilk / Estadístico		
		Estadístico	gl	Sig.
Fluidez del concreto en Caja L	CONCRETO PATRÓN	0.964	3	0.637
	Adición 1.50% CCH + 0.75% FI	0.980	3	0.726
	Adición 1.70% CCH + 0.95% FI	0.964	3	0.637
	Adición 1.80% CCH + 1.20% FI	0.964	3	0.637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los valores obtenidos que corresponde al P-valor son: 0.637; 0.726; 0.637 y 0.637 se pudo determinar que los datos cumplen con lo especificado por Shapiro

Wilk, al observar que todos los datos obtuvieron un valor P superior de 0.05, es decir, que poseen una distribución normal.

En base a lo obtenido previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa, para realizar la contrastación de hipótesis.

- **H0 (Hipótesis Inicial):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu no influye positivamente en la fluidez del concreto autocompactante.

- **H1 (Hipótesis Alternativa):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la fluidez del concreto autocompactante.

Análisis de Varianza de Hipótesis Específico N° 1

Dado que la prueba de normalidad, llevada a cabo mediante el estadístico de Shapiro-Wilk, evidenció que los datos de fluidez exhiben una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas a través de Levene, además de la prueba paramétrica.

Tabla 27. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 1.
Prueba de homogeneidad de varianzas

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fluidez del concreto en Caja L	Se basa en la media	0.537	3	8	0.670
	Se basa en la mediana	0.407	3	8	0.752
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.407	3	6,000	0.754
	Se basa en la media recortada	0.530	3	8	0.674

El P-valor obtenido por la prueba de Levene, es de 0.670, el mismo que al ser mayor a 0.05 evidencia que los datos describen homogeneidad de varianzas por lo tanto se usarán los valores que se obtengan la prueba de ANOVA.

Tabla 28. Resultados de la prueba de ANOVA - objetivo específico 1

ANOVA

Fluidez del concreto en Caja L

ADICIÓN DE CCH Y FI	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.034	3	0.011	54.720	<0.001
Dentro de grupos	0.02	8	0.000		
Total	0.036	11			

Con respecto a los datos presentados en la tabla 28, se calcularon los valores correspondientes para la suma de cuadrados, media de cuadrados, el valor F y el valor P. En este contexto, el valor P obtenido de la interacción de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el concreto autocompactante, obteniendo un nivel de significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05). Por ende, de acuerdo con la regla de decisión, se procedió a rechazar la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 1

Se implementó la prueba de HSD Tukey con el objetivo de examinar los efectos resultantes de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la fluidez del concreto en los diferentes grupos experimentales, como se detalla en la tabla 26. Este análisis estadístico proporcionó una evaluación precisa de las variaciones en la fluidez entre los distintos tratamientos, permitiendo identificar de manera significativa las contribuciones de los aditivos mencionados en el mejoramiento de las propiedades del concreto.

Tabla 29. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 1
Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

(I) ADICIÓN DE CCH Y FI		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	1.50% CCH + 0.75% FI	-0.03000	0.01179	0.126	-0.0677	0.0077
	1.70% CCH + 0.95% FI	-,08333*	0.01179	0.000	-0.1211	-0.0456
	1.80% CCH + 1.20% FI	-,14000*	0.01179	0.000	-0.1777	-0.1023

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según lo expuesto, se observa que los grupos experimentales 1.70% CCH + 0.95% FI y 1.80% CCH + 1.20% FI3 fueron quienes en comparación al concreto patrón tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05), por otra parte, el grupo experimental 1.50% CCH + 0.75% FI en comparación al concreto patrón no tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05).

Se muestra la gráfica de medias con el objetivo de tener un comparativo visual:

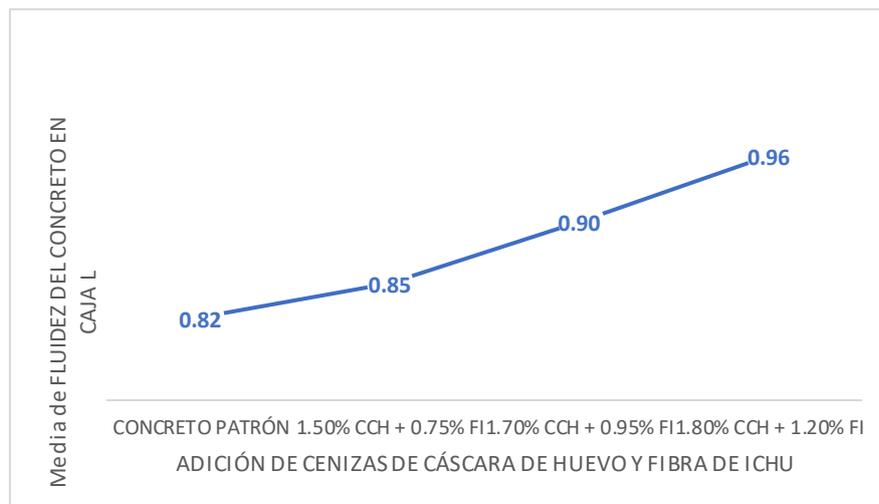


Figura 24. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 1

En la figura 27, se puede denotar gráficamente que a medida que las dosificaciones vayan en aumento, a su vez, la fluidez de igual forma va en aumento, tal como se observa el grupo 1.80% CCH + 1.20% FI quien obtuvo el mayor valor en comparación a las demás muestras evaluadas.

4.7 Contrastación de Hipótesis Específico N° 2: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en el peso unitario del concreto autocompactante.

Prueba de normalidad de Hipótesis Específico N° 2

Con el fin de identificar si los datos son paramétricos, especialmente cuando se dispone de un conjunto de datos con menos de 50 datos, se utiliza el método de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad en los datos recopilados en relación con la primera hipótesis, en este análisis, se busca que el valor $P > \alpha$, lo que indica que los datos siguen una distribución normal, del cual, los resultados de este proceso se encuentran resumidos en la tabla 30.

Tabla 30. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 2

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		SHAPIRO-WILK		
		Estadístico	gl	Sig.
PESO UNITARIO	CONCRETO PATRÓN	0.987	3	0.780
	1.50% CCH + 0.75% FI	0.964	3	0.637
	1.70% CCH + 0.95% FI	1.000	3	1.000
	1.80% CCH + 1.20% FI	0.893	3	0.363

Los valores obtenidos que corresponde al P-valor son: 0.780; 0.637; 1.000 y 0.363 se pudo determinar que los datos cumplen con lo especificado por Shapiro Wilk, al observar que todos los datos obtuvieron un valor P superior de 0.05, es decir, que poseen una distribución normal.

En base a lo obtenido previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa, para realizar la contrastación de hipótesis.

- **H0 (Hipótesis Inicial):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu no influye positivamente en el peso unitario del concreto autocompactante.

- **H1 (Hipótesis Alternativa):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en el peso unitario del concreto autocompactante.

Análisis de Varianza de Hipótesis Específico N° 2

Dado que la prueba de normalidad, llevada a cabo mediante el estadístico de Shapiro-Wilk, evidenció que los datos de peso unitario exhiben una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas a través de Levene, además de la prueba paramétrica.

Tabla 31. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 2.
Prueba de homogeneidad de varianzas

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso unitario	Se basa en la media	1.319	3	8	0.334
	Se basa en la mediana	0.375	3	8	0.774
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.375	3	5.053	0.775
	Se basa en la media recortada	1.230	3	8	0.361

El P-valor obtenido por la prueba de Levene, es de 0.334, el mismo que al ser mayor a 0.05 evidencia que los datos describen homogeneidad de varianzas por lo tanto se usarán los valores que se obtengan la prueba de ANOVA.

Tabla 32. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 2

ANOVA

Peso unitario

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	934.667	3	311.556	74.773	0.000
Dentro de grupos	33.333	8	4.167		
Total	968.000	11			

Con respecto a los datos presentados en la tabla 32, se calcularon los valores correspondientes para la suma de cuadrados, media de cuadrados, el valor F y el valor P. En este contexto, el valor P obtenido de la interacción de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el concreto autocompactante, obteniendo un nivel de significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05). Por ende, de acuerdo con la regla de decisión, se procedió a rechazar la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 2

Se implementó la prueba de HSD Tukey con el objetivo de examinar los efectos resultantes de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el peso unitario del concreto en los diferentes grupos experimentales, como se detalla en la tabla 26. Este análisis estadístico proporcionó una evaluación precisa de las variaciones en el peso unitario entre los distintos tratamientos, permitiendo identificar de manera significativa las contribuciones de los aditivos mencionados en el mejoramiento de las propiedades del concreto.

Tabla 33. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 2
Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	1.50% CCH + 0.75% FI	-8.66667*	1.66667	0.004	-14.0039	-3.3294
	1.70% CCH + 0.95% FI	-17.33333*	1.66667	0.000	-22.6706	-11.9961
	1.80% CCH + 1.20% FI	-23.33333*	1.66667	0.000	-28.6706	-17.9961

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según lo expuesto, se observa que los grupos experimentales 1.50%CCH + 0.75% FI, 1.70%CCH + 0.95%FI y 1.80%CCH + 1.20%FI, fueron quienes en comparación al concreto patrón tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05)

Se muestra la gráfica de medias con el objetivo de tener un comparativo visual:

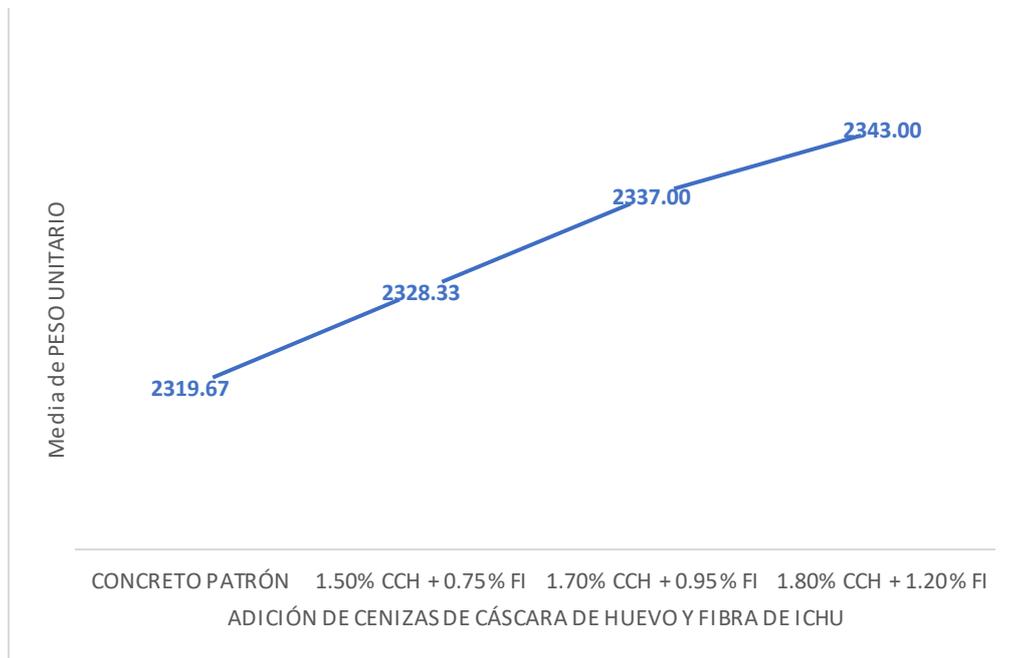


Figura 25. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 2

En la figura 28, se puede denotar gráficamente que a medida que las dosificaciones vayan en aumento, a su vez, el peso unitario de igual forma va en aumento, tal como se observa al grupo 1.80% CCH + 1.20% FI quien obtuvo el mayor valor en comparación a las demás muestras evaluadas.

4.8 Contrastación de Hipótesis Específico N° 3: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto autocompactante.

Prueba de normalidad de Hipótesis Específico N° 3

Con el propósito de determinar si los datos se ajustan a una distribución paramétrica, especialmente cuando se trata de un conjunto de datos con menos de 50 muestras, se emplea el método de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos recopilados en relación con la primera hipótesis. En este análisis, se busca que el valor P sea mayor que α , lo que define que los datos se distribuyen de manera normal, asimismo, los resultados de este análisis se presentan de manera resumida en la tabla 34.

Tabla 34. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 3

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		SHAPIRO-WILK		
		Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS	CONCRETO PATRÓN	0.794	3	0.100
	1.50% CCH + 0.75% FI	0.996	3	0.872
	1.70% CCH + 0.95% FI	0.949	3	0.565
	1.80% CCH + 1.20% FI	0.837	3	0.207

Los valores obtenidos que corresponde al P-valor son: 0.100; 0.872; 0.565 y 0.207 se pudo determinar que los datos cumplen con lo especificado por Shapiro Wilk, al observar que todos los datos obtuvieron un valor P superior de 0.05, es decir, que poseen una distribución normal.

En base a lo obtenido previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa, para realizar la contrastación de hipótesis.

- **H0 (Hipótesis Inicial):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu no influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto autocompactante.

- **H1 (Hipótesis Alternativa):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto autocompactante.

Análisis de Varianza de Hipótesis Específico N° 3

Dado que la prueba de normalidad, llevada a cabo mediante el estadístico de Shapiro-Wilk, evidenció que los datos de resistencia a la compresión exhiben una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas a través de Levene, además de la prueba paramétrica.

Tabla 35. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 3.

Prueba de homogeneidad de varianzas

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión a los 28 días	Se basa en la media	3.240	3	8	0.082
	Se basa en la mediana	0.728	3	8	0.563
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.728	3	5.056	0.577
	Se basa en la media recortada	2.944	3	8	0.099

El P-valor obtenido por la prueba de Levene, es de 0.082, el mismo que al ser mayor a 0.05 evidencia que los datos describen homogeneidad de varianzas por lo tanto se usarán los valores que se obtengan la prueba de ANOVA.

Tabla 36. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 3

ANOVA

Resistencia a la compresión a los 28 días

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9899.247	3	3299.749	44.717	0.000
Dentro de grupos	590.340	8	73.793		
Total	10489.587	11			

Con respecto a los datos presentados en la tabla 36, se calcularon los valores correspondientes para la suma de cuadrados, media de cuadrados, el valor F y el valor P. En este contexto, el valor P obtenido de la interacción de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el concreto autocompactante, obteniendo un nivel de significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05). Por ende, de acuerdo con la regla de decisión, se procedió a rechazar la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alternativa.

Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 3

Se implementó la prueba de HSD Tukey con el objetivo de examinar los efectos resultantes de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a compresión del concreto en los diferentes grupos experimentales, como se detalla en la tabla 37. Este análisis estadístico proporcionó una evaluación precisa de las variaciones en el peso unitario entre los distintos tratamientos, permitiendo identificar de manera significativa las contribuciones de los aditivos mencionados en el mejoramiento de las propiedades del concreto.

Tabla 37. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 3
Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	1.50% CCH + 0.75% FI	7.33333	7.01391	0.729	-15.1277	29.7944
	1.70% CCH + 0.95% FI	37.63333*	7.01391	0.003	15.1723	60.0944
	1.80% CCH + 1.20% FI	72.76667*	7.01391	0.000	50.3056	95.2277

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según lo expuesto, se observa que los grupos experimentales 1.70% CCH + 0.95% FI y 1.80% CCH + 1.20% FI, fueron quienes en comparación al concreto patrón tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05), por otra parte, el grupo experimental 1.50% CCH + 0.75% FI en comparación al concreto patrón no tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05).

Se muestra la gráfica de medias con el objetivo de tener un comparativo visual:

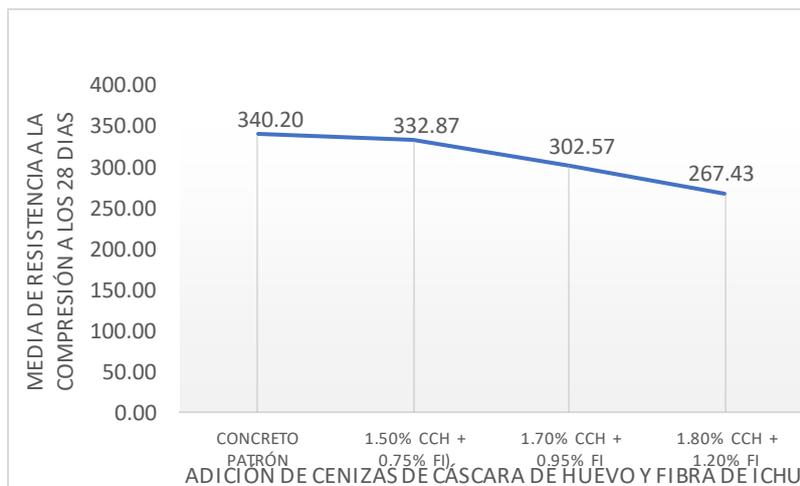


Figura 26. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 3

En la figura 29, se puede denotar gráficamente que a medida que las dosificaciones vayan en aumento, a su vez, la resistencia a compresión va disminuyendo, tal como sucede con el grupo con dosificación 1.80% CCH + 1.20% FI quien obtuvo el menor valor en comparación a las demás muestras evaluadas.

4.9 Contrastación de Hipótesis Específico N° 4: La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente la resistencia a flexión del concreto autocompactante.

Prueba de normalidad de Hipótesis Específico N° 4

Con el fin de establecer si los datos siguen una distribución paramétrica, especialmente cuando se dispone de un conjunto de datos con menos de 50 muestras, se utiliza el método de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos recopilados en relación con la primera hipótesis. En este análisis, se busca que el valor $P > \alpha$, lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Además, los resultados de este análisis se resumen en la tabla 38.

Tabla 38. Test de normalidad de Hipótesis Específico N° 4

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		SHAPIRO-WILK		
		Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS	CONCRETO PATRÓN	0.985	3	0.769
	1.50% CCH + 0.75% FI	1.000	3	1.000
	1.70% CCH + 0.95% FI	0.980	3	0.726
	1.80% CCH + 1.20% FI	0.996	3	0.878

Los valores obtenidos que corresponde al P-valor son: 0.769; 1.000; 0.726 y 0.878 se pudo determinar que los datos cumplen con lo especificado por Shapiro Wilk, al observar que todos los datos obtuvieron un valor P superior de 0.05, es decir, que poseen una distribución normal.

En base a lo obtenido previamente, se formuló la hipótesis nula y alternativa, para realizar la contrastación de hipótesis.

- **H0 (Hipótesis Inicial):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu no influye positivamente la resistencia a flexión del concreto autocompactante.

- **H1 (Hipótesis Alternativa):**

La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente la resistencia a flexión del concreto autocompactante.

Análisis de Varianza de Hipótesis Específico N° 4

Dado que la prueba de normalidad, llevada a cabo mediante el estadístico de Shapiro-Wilk, evidenció que los datos de resistencia a flexión exhiben una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas a través de Levene, además de la prueba paramétrica.

Tabla 39. Resultados de homogeneidad de varianzas - objetivo específico 4.
Prueba de homogeneidad de varianzas

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a flexión a los 28 días	Se basa en la media	1.389	3	8	0.315
	Se basa en la mediana	0.946	3	8	0.463
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.946	3	4.563	0.490
	Se basa en la media recortada	1.362	3	8	0.322

El P-valor obtenido por la prueba de Levene, es de 0.315, el mismo que al ser mayor a 0.05 evidencia que los datos describen homogeneidad de varianzas por lo tanto se usarán los valores que se obtengan la prueba de ANOVA.

Tabla 40. Valores obtenidos de la prueba de ANOVA - objetivo específico 4

ANOVA

Resistencia a flexión a los 28 días

ADICIÓN DE CCH Y FI	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13.542	3	4.514	2.853	0.105
Dentro de grupos	12.660	8	1.583		
Total	26.202	11			

Con respecto a los datos presentados en la tabla 40, se calcularon los valores correspondientes para la suma de cuadrados, media de cuadrados, el valor F y el valor P. En este contexto, el valor P obtenido de la interacción de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el concreto autocompactante, obteniendo un nivel de significancia superior al preestablecido para la investigación (0.05). Por ende, de acuerdo con la regla de decisión, se procedió a rechazar la hipótesis alternativa y por ende se acepta la hipótesis nula.

Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 4

Se implementó la prueba de HSD Tukey con el objetivo de examinar los efectos resultantes de la incorporación de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a flexión del concreto en los diferentes grupos experimentales, como se detalla en la tabla 31. Este análisis estadístico proporcionó una evaluación precisa de las variaciones en el peso unitario entre los distintos tratamientos, permitiendo identificar de manera significativa las contribuciones de los aditivos mencionados en el mejoramiento de las propiedades del concreto.

Tabla 41. Post-Hoc de HSD Tukey de Hipótesis Específico N° 4

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y FIBRA DE ICHU		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	1.50% CCH + 0.75% FI	2.13333	1.02713	0.239	-1.1559	5.4226
	1.70% CCH + 0.95% FI	0.20000	1.02713	0.997	-3.0892	3.4892
	1.80% CCH + 1.20% FI	2.30000	1.02713	0.192	-0.9892	5.5892

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Según lo expuesto, se observa que los grupos experimentales: 1.50%CCH + 0.75%FI; 1.70% CCH + 0.95% FI y 1.80% CCH + 1.20% FI, en comparación al concreto patrón tuvieron significancia inferior al preestablecido para la investigación (0.05).

Se muestra la gráfica de medias con el objetivo de tener un comparativo visual:

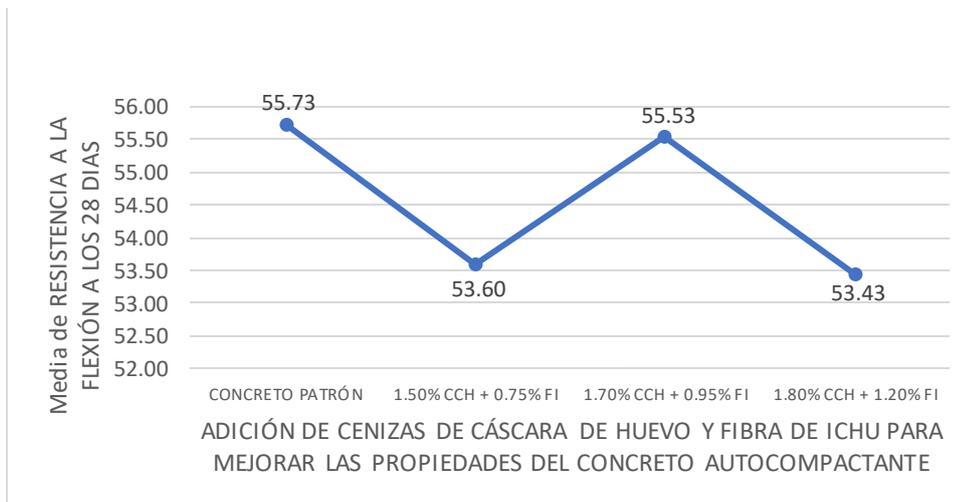


Figura 27. Gráfica de intervalos de la hipótesis específica N° 4

En la figura 30, se puede denotar gráficamente que a medida que las dosificaciones 1.50%CCH + 0.75%FI y 1.80% CCH+ 1.20% FI fueron los grupos que menor valor obtuvieron, por tanto, se puede percibir que la dosificación de 1.70% CCH + 0.95% FI es quien resultó más favorable, sin embargo, no superó al concreto patrón.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de poder mejorar las propiedades del concreto autocompactante $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$, para ello se ha experimentado en laboratorio adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en dosificaciones de: ceniza de cáscara de huevo en proporciones de 1.50%, 1.70% y 1.80% y la fibra de ichu en proporciones de 0.75%, 0.95% y 1.20% para suplir el cemento y al agregado grueso respectivamente, para luego con los resultados obtenidos con los del concreto autocompactante patrón $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Se tuvo como resultado para las propiedades de la fluidez del concreto fresco en relación con las adiciones de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en diferentes proporciones: 1.50% de CCH + 0.5% de FI (G1), 1.70% de CCH + 0.95% de FI (G2) y 1.80% de CCH + 1.20% de FI (G3), tanto para las muestras de prueba como para las de control. En el orden mencionado, los grupos experimentales mostraron fluidez de 0.85, 0.90 y 0.96 respectivamente, mientras que el grupo de control tuvo una fluidez de 0.82. La presencia aumentada de cenizas de cáscara de huevo y fibras de ichu hizo que coeficiente vaya en aumento proporcionando una relación directa y para el peso unitario del concreto en estado fresco, en relación a las adiciones en las cantidades de 1.50% de CCH + 0.75% de FI (G1), 1.70% de CCH + 0.95% de FI (G2) y 1.80% de CCH + 1.20% de FI (G3), los resultados muestran variaciones con respecto al grupo de control. El peso unitario del concreto en el grupo de control fue de 2320 kg/m^3 , lo que representa el 100%. En consecuencia, el grupo experimental 1 registró un peso unitario de 2328 kg/m^3 , equivalente al 100.37% del peso, seguido por el grupo experimental número 2 con 2337 kg/m^3 , que corresponde al 100.76% del peso y para el tercer grupo experimental, el peso unitario fue de 2346 kg/m^3 , que equivale al 101.01% del peso.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a los 7 días se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI presentó una resistencia de 233.10 kg/cm^2 mejoró su resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 210.97 kg/cm^2 , a los 14 días los resultados obtenidos, se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI, presentó una resistencia de 273.27 kg/cm^2 casi mantuvo

la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 275.63 kg/cm² y a los 28 días los resultados de estas pruebas se denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.50% CCH + 0.75% FI, presentando una resistencia de 332.87 kg/cm² casi mantuvo la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 340.20 kg/cm² y generando una diferencia porcentual de 2.15%. Estadísticamente los datos obtenidos fueron normales por lo que se usó el estadístico ANOVA en el cual se tuvo como resultado el valor p (Sig.) de <0.001, cuyo nivel de significancia es inferior al preestablecido para la investigación (0.05).

En relación a la resistencia a la flexión los datos obtenidos de los ensayos el grupo control mostró una resistencia de 38.83 kg/cm², mientras que el grupo que mostró una mejora más notoria en primera instancia fue el segundo grupo experimental con una resistencia de 44.83 kg/cm² y demás grupos experimentales, mientras que en segunda instancia el primer grupo experimental igualmente mostró una mejoría en comparación a la muestra control con una resistencia de 42.23 kg/cm² a los 14 días el grupo control mostró una resistencia de 50.70 kg/cm², y el segundo grupo experimental obtuvo una mejora resistencia que fue de 51.70 kg/cm² y a los 28 días denotó que el primer grupo experimental compuesto de 1.70% CCH + 0.95% FI, presentando una resistencia de 55.53 kg/cm² casi mantuvo la resistencia, en comparación al concreto patrón que resultó 55.73 kg/cm² y generando una diferencia porcentual del 0.36%. Estadísticamente los datos obtenidos fueron normales por lo que se usó el estadístico ANOVA en el cual se tuvo como resultado el valor p (Sig.) de 0.105, obteniendo un nivel de significancia superior al preestablecido para la investigación (0.05).

En relación a la hipótesis específica 1, la fluidez del concreto autocompactante con adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu, se contrastaron con los siguientes autores: Heredia y Peñaloza (2021) en su tesis de doctorado, de los cuales, obtuvo como resultado de las muestras con adición de 0.80%, 1.00%, 1.25%, 1.50% y 2.00% que obtuvo las H1 de 5.8, 6.3, 7.2, 8.0 y 9.06, mientras que las H2 obtuvo 3.2, 6.1, 7.1, 8.0 y 9.06, por otro lado, Muthusamy et al. (2020) en su artículo científico, obtuvo en su ensayo de fluidez con adiciones de 0.1,

0.2, 0.3, 0.4, y 0.5% de fibra de sisal, del cual logró los siguientes resultados: 0.98, 0.97, 0.95, 0.93 y 0.92 mm., por otro lado, los resultados obtenidos en la presente investigación fueron para el grupo control que obtuvo H1 de 0.94, mientras que el H2 obtuvo 0.77, luego el grupo 1 obtuvo H1 de 0.92 y el H2 obtuvo 0.78, luego el grupo 2 obtuvo H1 de 0.91, luego el grupo 3 obtuvo el H1 de 0.90 y el H2 fue de 0.87.

En relación a la hipótesis específica 2, el peso unitario del concreto autocompactante con adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu se contrastaron con los siguientes autores: Abbasi (2020) de los cuales, para sus muestras con 0%, 10% y 20% obtuvo las siguientes densidades del concreto fresco: 2.34 gr/cm³, 2.40 gr/cm³ y 2.37 gr/cm³, por otro lado, Borgues, Motta y Pinto (2019) de los cuales obtuvo una densidad para la muestra referencial de 2.22 g/cm³, mientras que las muestras experimentales con adiciones de 0.25 S, 0.25 R, 0.25 P, 0.5 S y 0.5 R obtuvieron: 2.22, 2.14, 2.21, 2.19 y 2.16 g/cm³, y finalmente Heredia y Peñalosa en su tesis de doctorado obtuvo los siguientes pesos unitarios de las adiciones de 1, 1.50 y 2%: 2326, 2327 y 2329 kg/m³, a partir de lo analizado por otros autores, se contrasta con los resultados propios de la presente investigación que fueron los siguientes: El grupo control obtuvo un peso unitario de 2320 kg/m³, mientras que las muestras experimentales evaluadas obtuvieron los siguientes pesos unitarios: 2328, 2337 y 2343, de los cuales, se denotó una diferencia de 0.34% con el grupo experimental más cercano que fue el Grupo 1, del cual resulta en una diferencia de 8 unidades.

En relación a la hipótesis específica 3, la resistencia a compresión del concreto con adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu se contrastaron con los siguientes autores: Abbasi (2020) en donde manifiesta que la adición de 10% obtuvo una resistencia de 370 kg/cm², mientras que el grupo sin adición obtuvo una resistencia de 360 kg/cm², de los cuales, se detectó una mejoría de 1.36%, por otro lado, Hurtado obtuvo en su concreto patrón una resistencia de 392 kg/cm², mientras que la muestra con adición de 2% de CCH y 1% de CCA obtuvo una resistencia de 417.40 kg/cm², del cual se percibió una mejoría de 6.56% y finalmente Castro et al. (2023) obtuvo las siguientes resistencias: El concreto inicial obtuvo una resistencia de 417.10 kg/cm²,

mientras que la muestra experimental 1 compuesta por la adición de 2% de CCC y 0.25% de FBCA obtuvo una resistencia de 436.97 kg/cm², de los cuales percibieron una mejoría de 4.76%, a partir de ello, se empieza a realizar el contraste con los resultados obtenidos de los cuales, el grupo control obtuvo una resistencia de 340.20, de los cuales, los demás grupos experimentales no obtuvieron resultados superiores al patrón, sin embargo, grupo 1 obtuvo una resistencia similar al concreto patrón, del cual, se puede distinguir una diferencia de 7.33, que en porcentaje equivale 2.15%.

En relación a la hipótesis específica 4, la resistencia a flexión del concreto con adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu se contrastaron con los siguientes autores: Nasruddin, Sampebulu, y Mushar (2022) de los cuales, con sus adiciones de 0, 2.5, 7.5, 12.5 y 17.5%, denotó que el grupo experimental con mejor desempeño fue el de 7.5% del cual logró una resistencia de 14.38 MPa, mientras que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 11.37 MPa, de los cuales se denotó una mejoría de 26.47%, por otro lado Abbasi (2020) mediante la adición de 10% obtuvo una resistencia de 8 MPa, mientras que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 6 MPa, del cual se denotó una mejoría de 33%, de los cuales, los resultados propios se pudo destacar que la muestra patrón obtuvo una resistencia de 55.73 kg/cm², mientras que la muestra experimental más cercana fue de 55.53 kg/cm², de los cuales, se percibe una diferencia leve de 3.82% lo que representa en unidades de 0.2.

VI. CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el ensayo de fluidez del concreto, del cual se denotó que la muestra patrón obtuvo un coeficiente de bloqueo 0.82, de los cuales, se demostró que la muestra que obtuvo un mayor valor de fluidez fue de 0.96 con el tercer grupo experimental, del cual se exhibió una mejoría de 0.14 que equivale en porcentaje 17.07%, mientras que en el desarrollo de peso unitario se denotó que la grupo control obtuvo un PU de 2320 kg/m³, de los cuales, el grupo 1 obtuvo el peso unitario más cercano al grupo control, del cual se percibió una diferencia de 8, lo que equivale en porcentaje 0.34%, por otra parte, en el desarrollo la resistencia a compresión que obtuvo un valor de 340.20 kg/cm² el grupo control, mientras que el grupo experimental más cercano fue el grupo 1 que obtuvo un valor de 332.87 kg/cm², de los cuales se denotó una diferencia de 7.33 kg/cm² que equivale en porcentaje de 2.15%, y finalmente en el desarrollo de resistencia a flexión, el grupo control registró una resistencia de 55.73 kg/cm², mientras el grupo 2 registró una resistencia de 55.53 kg/cm², del cual, se evidenció una diferencia de 0.2 del cual equivale en porcentaje de 0.36%.
2. En la fluidez se mostró una variación positiva entre las muestras experimentales y la muestra control, de los cuales, se registró un valor de 0.82 el grupo control, mientras que el grupo 3 obtuvo 0.96 como valor, del cual, se exhibió una diferencia de 0.14, lo que equivale en porcentaje a 17.07.
3. En el peso unitario se mostró una variación, de los cuales, el grupo control obtuvo un peso unitario de 2320 kg/m³, mientras que el grupo 3 dio como resultado 2343 kg/m³, teniendo una diferencia de 23 kg/m³ que en porcentaje equivale a 0.99%.
4. En la resistencia a compresión, a partir de las muestras evaluadas, no se detectó algún grupo que mejore la resistencia a compresión y supere al grupo control.
5. En la resistencia a flexión, a partir de las muestras evaluadas, no se detectó ningún grupo que haya obtenido un resultado favorecedor, no obstante, se registró una resistencia cercana al grupo control del cual fue el grupo 2 quien obtuvo una resistencia de 55.53 kg/cm².

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el ensayo de materiales en la fibra de ichu para estudiar el tiempo de vida útil bajo condiciones del concreto autocompactante.
2. Se recomienda disminuir los porcentajes de cenizas de cáscaras de huevo (CCH) y fibras de ichu (FI) para concretos de resistencia de 280 kg/cm² y de esta manera mantener u optimizar las propiedades tanto físicas como mecánicas expresadas en este estudio.
3. En la búsqueda de la evaluación de las propiedades del concreto a través de los diferentes grupos de experimentación y control se recomienda emplear otros métodos de diseño de mezclas al ACI, tales como el método de Walker y el método de Fuller, y de esta forma comparar la posible variación o correlación que pueda exhibirse para los diferentes ensayos concernientes al concreto en sus estados fresco y endurecido.

REFERENCIAS

OPTIMIZATION of Fresh and Mechanical Characteristics of Carbon Fiber-Reinforced Concrete Composites Using Response Surface Technique por KHAN, Muhammad [et al]. *Buildings* [en línea]. Vol. 13 nº 4 : 1-14, Enero 2023 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings13040852>

ISSN: 2075-5309.

VANVARI, Vinod y MHASKE, Sumedh. Redevelopment of buildings in Mumbai city: risks and challenges. *International Journal of Engineering & Technology* [en línea]. Vol. 7 nº 3: 1-13, Diciembre 2018 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.29.18468>

ISSN: 2227-524X.

SUSTAINABLE constructions and cases of high-rise buildings collapse in Nigeria por Ede A. [et al.]. *Taylor & Francis Group* [en línea]. Vol. 9 nº 1: 32-40, Septiembre 2022 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1201/9781003325321-4>

ISSN: 9781-0033

DISEÑO de mezcla de concreto $f_c=210$ kg/cm², adicionando cenizas de Stipa Ichu para estructuras de edificación a compresión en Lircay por Zósimo Andrés [et al.]. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles* [en línea]. Vol. 2 nº 2: 53-63, Mayo 2022 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://bit.ly/3pnFoY3>

ISSN: 2961-2357

ADIÇÃO de resíduos de café e cana-de-açúcar na resistência à compressão e à tração do concreto estrutural por Mendoza Ana [et al.]. *Brazilian Journal of Technology* [en línea]. Vol. 6 nº 1: 14-24, Enero 2023 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.38152/bjtv6n1-002>

ISSN: 2595-5748.

REYMUNDO, Richard. Mantensor de la trabajabilidad del concreto bombeado adicionado con sacarosa. *Prospectiva Universitaria* [en línea]. Vol. 18 nº 1: 35–44, Diciembre 2022 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en:

<https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2021.18.1414>

ISSN: 1990-2409.

NASRUDDIN, N., SAMPEBULU, Victor y MUSHAR, Pratiwi. The effect of eggshells powder as cement substitute material in self-compacting concrete on compressive and tensile strengths. *AIP Conference Proceedings* [en línea]. Vol. 2543, nº 1: 1-10, Noviembre 2022 [consultado el 9 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1063/5.0095274>

ISSN: 1551-7616

OFUYATAN, Olatokunbo et al. Development of high-performance self compacting concrete using eggshell powder and blast furnace slag as partial cement replacement. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 256: 1-10, Septiembre 2020 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119403>

ISSN: 0950-0618.

ABBASI, Abdolkarim. Effect of eggshell powder application on the early and hardened properties of concrete. *Journal of Civil Engeneering and Materials Aplication* [en línea]. Vol. 4 nº 4: 209-221, Octubre 2020 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.22034/JCEMA.2020.241853.1036>

ISSN: 2588-2880

SCIENTIFIC and technical studies on eco-efficient binary cements produced with thermally activated ichu grass: Behaviour and properties por Frías Moises [et al.]. *Cement and Concrete Composites* [en línea]. Vol. 111: 1-8, Agosto 2020 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103613>

ISSN: 0958-9465.

BORGES, Ana, MOTTA, Leila y PINTO, Eliane. Estudio das propriedades de concretos com adiçãõ de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. *Matéria (Rio de Janeiro)* [en línea]. Vol. 24 nº 2: 1-13, Julio 2019 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponibile en: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0679>

ISSN: 1517-7076.

HURTADO, Abigail et al. Adiçãõ de cinzas de casca de ovo e concha marinhas para melhorar as propriedades físicas e mecânicas do concreto. *Brazilian Journal of Technology* [en línea]. Vol. 6 nº 1: 25-35, Enero 2023 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponibile en: <https://doi.org/10.38152/bjtv6n1-003>

ISSN: 2595-5748.

ASSESSMENT of the mechanical properties of peruvian Stipa Obtusa fibers for their use as reinforcement in composite materials por Candiotti Sergio [et al.]. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* [en línea]. Vol. 135: 1-10, Septiembre 2020 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.105950>

ISSN: 1359-835X.

INGA, Maricruz, SANTAMARÍA, Dante y MUÑOZ, Sócrates. Elaboration of a self-compacting concrete with drawn steel fiber. *DYNA* [en línea]. Vol. 89 nº 224: 113–122, Noviembre 2022 [consultado el 11 de mayo de 2023].

Disponibile en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.104008>

ISSN: 2346-2183.

HEREDIA, Joselito y PEÑALOZA, Keyner. Propuesta del concreto auto consolidante con aditivos superplastificantes para la construcción de estructuras verticales en el proyecto asturias distrito de Surco, Lima-Perú, 2021. Tesis (Doctor en ingeniería civil). Perú: Universidad Tecnológica del Perú, 2021.

Disponibile en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4942>

RIVERA, Emely et al. Concretos reciclados, posibilidades de investigación desde el pregrado. *Revista Arquitectura +* [en línea]. 2020, 9(5), 28–39 [consultado el 9

de mayo de 2023]. ISSN 2518-2943. Disponible en: doi:10.5377/arquitectura.v9i5.9918

LAVAGNA, Luca y Roberto NISTICÒ. An insight into the chemistry of cement—a review. *Applied Sciences* [en línea]. 2022, 13(1), 203 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 2076-3417. Disponible en: doi:10.3390/app13010203

TU, Yujie et al. Aggregate science: much to explore in the meso world. *Matter* [en línea]. 2021, 4(2), 338–349 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 2590-2385. Disponible en: doi:10.1016/j.matt.2020.12.005

KONTOGEOGRIS, Georgios M. et al. Water structure, properties and some applications – A review. *Chemical Thermodynamics and Thermal Analysis* [en línea]. 2022, 100053 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 2667-3126. Disponible en: doi:10.1016/j.ctta.2022.100053

DIAZ, Roger. Resistencia a la compresión del concreto utilizado en cimentaciones de las edificaciones comunes en la ciudad de Jaén. *Revista Científica Pakamuros* [en línea]. 2020, 8(2), 37–49 [consultado el 9 de mayo de 2023]. ISSN 2522-3240. Disponible en: doi:10.37787/pakamuros-unj.v8i2.126

AMIN, Muhammad Nasir et al. Ensemble tree-based approach towards flexural strength prediction of FRP reinforced concrete beams. *Polymers* [en línea]. 2022, 14(7), 1303 [consultado el 10 de mayo de 2023]. ISSN 2073-4360. Disponible en: doi:10.3390/polym14071303

MOUNIKA, B, MOHAMMAD y RAJASEKHAR Shaik . Experimental study on self-compacting concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* [en línea]. Vol. 11 n° 04 Abril 2022 [consultado el 4 de Diciembre de 2022].

Disponible en: <http://bitly.ws/zPnh>

ISSN: 2319-8753

KUMAR, L, MANASA, V y HARISH, M. Evaluation of workability characteristics of self-compacting concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology* [en línea]. Vol. 05 n° 06 Junio 2018 [consultado el 4 de Diciembre de 2022].

Disponibile en: <http://bitly.ws/zPsc>

e-ISSN: 2395-0056

KUBICA, Jan, y GALMAN, Iwona. Investigations on flexural and compressive strengths of mortar dedicated to clinker units—influence of mixing water content and curing time. *Materials* [en línea]. Vol. 15 n°1: 347, Enero 2022 [consultado el 9 de marzo de 2023]

Disponibile en: <https://doi.org/10.3390/ma15010347>

ISSN 1996-1944

PREDICTION of Compressive Strength of Fly Ash Based Concrete Using Individual and Ensemble Algorithm por Ahmad Ayaz [et al]. *Materials* [en línea]. Vol.14 n°4: 7-94, Noviembre 2021 [consultado el 30 de abril de 2023].

Disponibile en: <https://doi.org/10.3390/ma14040794>

ISSN 1996-1944.

BACHCHAN, Aditya, DAS Pratim y CHAUDHARY Vijay. Effect of moisture absorption on the properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. 2021 [consultado el 4 de mayo de 2023]. ISSN 2214-7853. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.812>

ABDULLAH, Gamil M. S. et al. The effect of openings on the performance of self-compacting concrete with volcanic pumice powder and different steel fibers. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. 2022, **17**, e01148 [consultado el 12 de mayo de 2023]. ISSN 2214-5095. Disponible en: [doi:10.1016/j.cscm.2022.e01148](https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01148)

AHMAD, Jawad et al. A Step towards Sustainable Self-Compacting Concrete by Using Partial Substitution of Wheat Straw Ash and Bentonite Clay Instead of Cement. *Sustainability* [en línea]. 2021, **13**(2), 824 [consultado el 12 de mayo de 2023]. ISSN 2071-1050. Disponible en: [doi:10.3390/su13020824](https://doi.org/10.3390/su13020824)

HURTADO, Abigail et al. Adição de cinzas de casca de ovo e concha marinhas para melhorar as propriedades físicas e mecânicas do concreto. *Brazilian Journal of Technology* [en línea]. 2023, **6**(1), 25–35 [consultado el 12 de mayo de 2023]. ISSN 2595-5748. Disponible en: [doi:10.38152/bjtv6n1-003](https://doi.org/10.38152/bjtv6n1-003)

FABRICATION and Mechanical Behavior of Portland Cement Mortars Reinforced with Ichu Fibers por Huamán, Fredy [et al]. *Materials Science Forum* [en línea]. Vol. 1053, nº 1: 377–382, Febrero 2022. [consultado el 21 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.4028/p-wuf6xi>
ISSN: 1662-9752

CORREA, Zamanda, ERAZO, Reinaldo y RODRÍGUEZ, Miguel. La Inversión en Innovación en empresas de familia. Estudio de caso aplicado a la ciudad de Popayán. *Sotavento M.B.A.* [en línea]. Vol. 31 nº 31 8-18, Julio 2019 [consultado el 12 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.18601/01233734.n31.02>
ISSN: 2346-2175.

PRATAMA, W. y SUPRIYATMAN, P. The analysis of hypothesis-deductive reasoning ability in learning particle dynamics. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. Vol. 1760: 1-7, Octubre 2021 [consultado el 12 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/1760/1/012005>
ISSN: 1742-6596.

EXPERIMENTAL design and analysis and their reporting II: updated and simplified guidance for authors and peer reviewers por Curtis Michael [et al.]. *British Journal of Pharmacology* [en línea]. Vol. 175 nº 7: 987–993, Julio 2018 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111%2Fbph.14153>
ISSN: 0007-1188.

CAUSAL interpretation of correlational studies – Analysis of medical news on the website of the official journal for German physicians por Buhse Susanne [et al.]. *PLOS ONE* [en línea]. Vol. 13 nº 18: 1-113, Agosto 2018 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196833>
ISSN: 1932-6203.

BOEREN, Ellen. The Methodological Underdog: A Review of Quantitative Research in the Key Adult Education Journals. *Adult Education Quarterly* [en línea]. Vol. 68 nº 1: 63-79, Noviembre 2017 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0741713617739347>
ISSN: 1552-3047.

BI, Meijie, STRUYVEN, Katrien y ZHU, Chang. Variables that influence teachers' practice of differentiated instruction in Chinese classrooms: A study from teachers' perspectives. *Frontiers in Psychology* [en línea]. 2023, **14** [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1124259>
ISSN: 1664-1078.

A Critical Review of the Conceptualization, Operationalization, and Empirical Literature on Cognition-Based and Affect-Based Trust por Legood Alison [et al.]. *Journal of Management Studies* [en línea]. Vol. 60 nº 2: 1-16, Marzo 2022 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/joms.12811>
ISSN: 1467-6486.

CASTEEL, Alex y BRIDIER, Nancy. Describing Populations and Samples in Doctoral Student Research. *International Journal of Doctoral Studies* [en línea]. Vol. 16: 339–362, Julio 2021 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.28945/4766>
ISSN: 1556-8873.

SAMPLING in design research: Eight key considerations por Cash Philip [et al.]. *Design Studies* [en línea]. Vol. 78: 1-21, Enero 2022 [consultado el 13 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2021.101077>
ISSN: 0142-694X.

SCHOLTZ, Salome. Sacrifice is a step beyond convenience: A review of convenience sampling in psychological research in Africa. *SA Journal of Industrial Psychology* [en línea]. Vol. 47: 1-8, Mayo 2021 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.4102/sajip.v47i0.1837>

ISSN: 2071-0763.

PARSONS, Nick, TEARE, Dawn y SITCH, Alice. Unit of analysis issues in laboratory-based research. *eLife* [en línea]. Vol. 7: 1-14, Enero 2018 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.7554%2FeLife.32486>

ISSN: 2050-084X.

MAZHAR, Syeda. Methods of Data Collection: A Fundamental Tool of Research. *Journal of Integrated Community Health* [en línea]. Vol. 10 nº 1: 6-10, Octubre 2021 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.24321/2319.9113.202101>

ISSN: 2319-9113.

DIRECT observation methods: A practical guide for health researchers por Fix Gemmae [et al.]. *PEC Innovation* [en línea]. Vol. 1: 1- 13, Enero 2022 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pecinn.2022.100036>

ISSN: 2772-6282.

TÉCNICAS e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia por Cisneros Alicia [et al.]. *Domino de las Ciencias* [en línea]. Vol. 8 nº 1: 1-10, Marzo 2022 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://bit.ly/41x4h0M>

ISSN: 2477-8818

DEVELOPMENT and validation of measurement tools for user experience evaluation surveys in the public primary healthcare facilities in Greece: a mixed methods study por Kaitelidou Daphne [et al.]. *BMC Family Practice* [en línea]. Vol. 20 nº 1: 1-8, Julio 2019 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12875-019-0935-6>

ISSN: 1471-2296.

SHIRALI, Gholamabbas, SHEKARI, Mohammad y ANGALI, Kambiz. Assessing Reliability and Validity of an Instrument for Measuring Resilience Safety Culture in Sociotechnical Systems. *Safety and Health at Work* [en línea]. Vol. 9 nº 3: 296–307, Julio 2018 [consultado el 13 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.07.010>

ISSN: 2093-7911.

MECHANICAL and flexural performance of self compacting concrete with natural fiber por Sethuraman, Muthusamy [et al.] *Revista de la construcción* [en línea]. Vol. 19, nº2: 370–380, 2020. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.7764/rdlc.19.2.370-380>

ISSN: 0718-915X

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

"Adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL ¿De qué manera influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en las propiedades del concreto autocompactante?	OBJETIVO PRINCIPAL Analizar la influencia de la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en las propiedades del concreto autocompactante.	HIPOTESIS PRINCIPAL La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en las propiedades del concreto autocompactante.	VI: Cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu	Dosificación	1.5%CCH+0.75%FI 1.7%CCH+0.95%FI 1.8%CCH+1.2%FI	<ul style="list-style-type: none"> • METODO DE INVESTIGACION: Científico hipotético deductivo • DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental-cuasi experimental • Gc (A): Y1 ⇔ X ⇔ Y2 • Ge (A): Y3 ⇔ X' ⇔ Y4 • Gc₁: Sin Adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu • Ge₁: Adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada • ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo • NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional • POBLACIÓN En el ensayo consta de 36 probetas, 36 vigas, 12 muestras de fluidez y 12 pesos unitarios. • MUESTRA Es igual que la población • TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Observación directa y análisis documental • TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Se realizó mediante las pruebas, estudios y formatos de ensayos estandarizados por ASTM y NTP
				Característica de la ceniza de cáscara de huevo	Granulometría Peso específico	
				Característica de la fibra de ichu	Longitud Diámetro	
PROBLEMA ESPECIFICO N° 1 ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la fluidez del concreto autocompactante?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 1 Determinar la fluidez del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.	HIPOTESIS ESPECIFICO N°1 La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la fluidez del concreto autocompactante.	VD: Propiedades del concreto autocompactante	Propiedades físicas	Fluidez (mm)	
PROBLEMA ESPECIFICO N° 2 ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en el peso unitario del concreto autocompactante?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 2 Determinar el peso unitario del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.	HIPOTESIS ESPECIFICO N°2 La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en el peso unitario del concreto autocompactante.			Peso unitario (Kg/m ³)	
PROBLEMA ESPECIFICO N° 3 ¿De qué manera influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a compresión del concreto autocompactante?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 3 Determinar la resistencia a compresión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.	HIPOTESIS ESPECIFICO N°3 La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto autocompactante.			Resistencia a Compresión (Kg/cm ²)	
PROBLEMA ESPECIFICO N° 4 ¿Cómo influye la adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu en la resistencia a flexión del concreto autocompactante?	OBJETIVO ESPECIFICO N° 4 Determinar la resistencia a flexión del concreto autocompactante adicionando cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu.	HIPOTESIS ESPECIFICO N°4 La adición de cenizas de cáscara de huevo y fibra de ichu influye positivamente la resistencia a flexión del concreto autocompactante.			Resistencia a Flexión (Kg/cm ²)	

Anexo N° 3. Instrumento de recolección de datos

FORMATO DE LABORATORIO		Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADOS		Versión	2
		Fecha	22/06/2021
		Página	1 de 1

Proyecto / Cliente :	_____	Aprobado por :	_____
Código de Muestra :	_____	Ensayado por :	_____
Procedencia :	_____	Fecha de Ensayo :	_____
Expediente N° :	_____		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADOS ASTM C136

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO:

Método de preparación: Húmeda Seco a Horno
Método de tamizado: Manual Mecánico

NÚMERO DE TARA
PESO DE TARA
PESO HÚMEDO + TARA
PESO SECO + TARA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
2"	50.00	
1 1/2"	37.50	
1"	24.50	
3/4"	19.05	
1/2"	12.50	
3/8"	9.53	
N° 04	4.76	
N° 08	2.38	
N° 16	1.18	
FONDO		

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Tabla 1. Masas mínimas recomendadas para muestreo (ASTM - C136).

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO:

Método de preparación: Húmeda Seco a Horno
Método de tamizado: Manual Mecánico

NÚMERO DE TARA
PESO DE TARA
PESO HÚMEDO + TARA
PESO SECO + TARA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
1/2"	12.50	
3/8"	9.50	
N° 4	4.76	
N° 08	2.38	
N° 16	1.19	
N° 30	0.60	
N° 50	0.30	
N° 100	0.15	
FONDO		

La masa mínima recomendada para muestreo para granulometría de agregado fino es de 300 gramos.

Nota. Masas mínimas recomendadas para muestreo (ASTM - C136).

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto / Cliente	:	_____	Aprobado por :	_____
Código de Muestra	:	_____	Ensayado por:	_____
Procedencia	:	_____	Fecha de Ensayo:	_____
Expediente N°	:	_____		

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS
ASTM C127**

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr			
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr			
3	Peso de la Muestra Seca	gr			

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS
ASTM C128**

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

PESO ESPECÍFICO

1	N° de Fiola	-			
2	Peso de fiola	gr			
3	Peso de fiola + Muestra S.S.S	gr			
4	Peso de fiola + Muestra S.S.S + Agua	gr			
5	Peso de fiola + Agua	gr			
6	Peso de tara para secado	gr			
7	Peso de tara para secado + Muestra seca	gr			

ABSORCIÓN

8	Peso de tara	gr			
9	Peso de tara + Muestra S.S.S	gr			
10	Peso de tara + Muestra seca	gr			

INDICACIONES

Tamaño máximo Nominal (Puigadas)	Masa mínima de muestreo (kg)
½ o menos	2
¾	3
1	4
1 ½	5
2	8
2 ½	12
3	18
3 ½	25
4	42
5	75

Para el caso de agregado fino, se necesita al menos 1 kg de muestra, los cuales serán destinados aproximadamente 500 gr para la prueba de peso específico y 500 gr para absorción.

Nota 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Fino.

Tabla 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto / Cliente	:	_____	Aprobado por :	_____
Código de Muestra	:	_____	Ensayado por:	_____
Procedencia	:	_____	Fecha de Ensayo:	_____
Expediente N°	:	_____		

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS
ASTM C127**

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr			
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr			
3	Peso de la Muestra Seca	gr			

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS
ASTM C128**

Punto N°	P-1	P-2	P-3
----------	-----	-----	-----

PESO ESPECÍFICO

1	N° de Fiola	-			
2	Peso de fiola	gr			
3	Peso de fiola + Muestra S.S.S	gr			
4	Peso de fiola + Muestra S.S.S + Agua	gr			
5	Peso de fiola + Agua	gr			
6	Peso de tara para secado	gr			
7	Peso de tara para secado + Muestra seca	gr			

ABSORCIÓN

8	Peso de tara	gr			
9	Peso de tara + Muestra S.S.S	gr			
10	Peso de tara + Muestra seca	gr			

INDICACIONES

Tamaño máximo Nominal (Puigadas)	Masa mínima de muestreo (kg)
½ o menos	2
¾	3
1	4
1 ½	5
2	8
2 ½	12
3	18
3 ½	25
4	42
5	75

Para el caso de agregado fino, se necesita al menos 1 kg de muestra, los cuales serán destinados aproximadamente 500 gr para la prueba de peso específico y 500 gr para absorción.

Nota 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Fino.

Tabla 1. Pesos mínimos para ensayo de Peso Específico en Agregado Grueso.

	FORMATO DE LABORATORIO		Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
	PESO UNITARIO PARA AGREGADOS		Versión	2
			Fecha	22/06/2021
			Página	1 de 1

Proyecto / Cliente	:	_____	Aprobado por :	_____
Código de Muestra	:	_____	Ensayado por:	_____
Procedencia	:	_____	Fecha de Ensayo:	_____
Expediente N°	:	_____		

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29
--

A) CALIBRACIÓN DEL VOLUMEN DE RECIPIENTE:

		R1 (Pequeño)	R2 (Mediano)	R3 (Grande)
Masa de la placa de vidrio + recipiente	kg			
Masa placa de vidrio+recipiente + agua	kg			
Temperatura	°C			

*Según normativa la calibración de recipiente debe realizarse anualmente o cuando se sospeche registros sin sentido.

B) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado: Método A Método B
 Recipiente utilizado: R1 (Pequeño) R2 (Mediano) R3 (Grande)

		P-1	P-2	P-3
Masa recipiente	kg			
Masa recipiente + muestra	kg			

*El método A (Envarillado) será utilizado para agregados con TMN menor a 1 1/2", se apisonará con la varilla cada capa.

*El método B (Sacudido) será utilizado para agregados con TMN mayor a 1 1/2", se sacudirá el recipiente 25 veces para cada lado, por cada capa.

C) PESO UNITARIO SUELTO:

Recipiente utilizado: R1 (Pequeño) R2 (Mediano) R3 (Grande)

		P-1	P-2	P-3
Masa recipiente	kg			
Masa recipiente + muestra	kg			

*El método correspondiente al PUS, es el C y consiste en llenar el recipiente tirando la muestra a una altura de 5 cm desde el borde superior.

Anexo N° 4. Ensayos de Laboratorio



Tel: (01) 480-8019
 Cel: 980703014 / 933846839
 Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
 Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

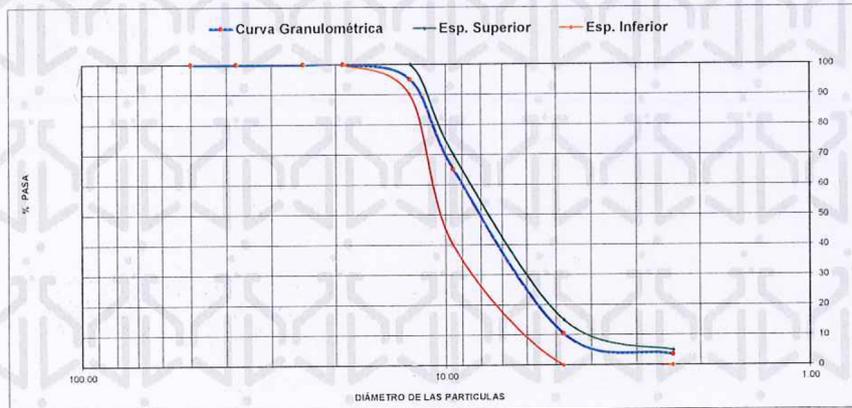
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	Revisión	2
	DE AGREGADO GRUESO	Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³ "
UBICACIÓN	: Lima

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 PESO INICIAL HÚMEDO (g): 2.186.1
 PESO INICIAL SECO (g): 2.181.7
 CANTERA: TRAPICHE
 % W = 0.2
 MF = 6.21
 Fecha de ensayo: 28/08/2023

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO#7
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
1/2"	12.50	110.1	5.0	5.0	95.0	90 - 100
3/8"	9.53	651.3	29.9	34.9	65.1	40 - 70
Nº 4	4.76	1,193.2	54.7	89.6	10.4	0 - 15
Nº 8	2.38	150.1	6.9	96.5	3.5	0 - 5
Nº 16	1.18	67.4	3.1	99.6	0.4	
FONDO	-	9.6	0.4	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio de Materiales	Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

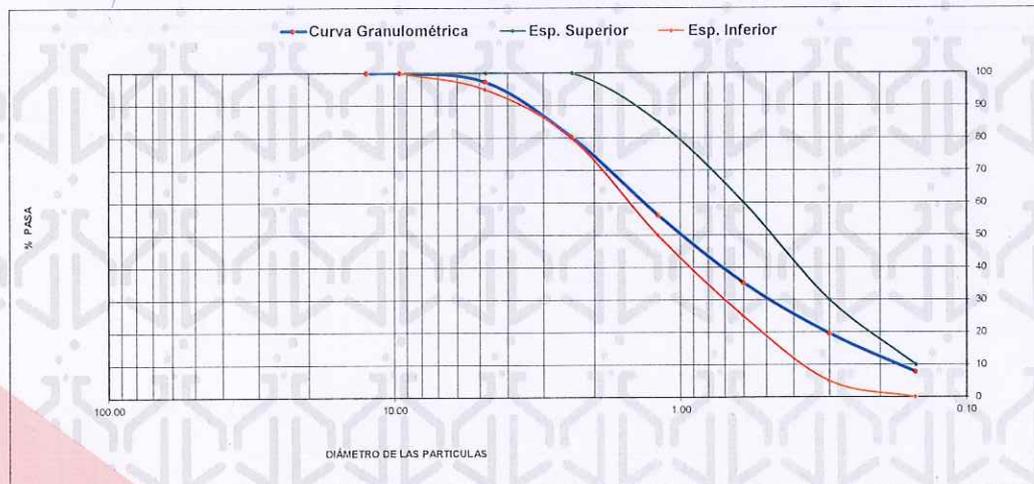
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³ "
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL	: AGREGADO FINO	CANTERA:	TRAPICHE	Fecha de ensayo:	28/08/2023
PESO INICIAL HUMEDO (g):	957.4	% W =	1.5		
PESO INICIAL SECO (g):	943.7	MF =	3.04		

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	25.2	2.7	2.7	97.3	95 - 100
Nº8	2.38	161.6	17.1	19.8	80.2	80 - 100
Nº 16	1.19	227.7	24.1	43.9	56.1	50 - 85
Nº 30	0.60	197.3	20.9	64.8	35.2	25 - 60
Nº 50	0.30	147.1	15.6	80.4	19.6	5 - 30
Nº 100	0.15	112.2	11.9	92.3	7.7	0 - 10
FONDO	-	72.6	7.7	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder Garcia Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio		

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³ "
UBICACIÓN	: Lima

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE Fecha de ensayo: 28/08/2023

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	30277	30264	30255
2	Peso del Molde	g	9200	9200	9200
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21077	21064	21055
4	Volumen del Molde	cc	14130	14130	14130
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.492	1.491	1.490

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.491
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	32141	32125	32113
2	Peso del Molde	g	9200	9200	9200
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22941	22925	22913
4	Volumen del Molde	cc	14130	14130	14130
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.622	1.622

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.623
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 VºBº EN SAYO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO UNITARIO DE AGREGADO FINO	PESO	Código	FOR-LAB-AG-015
			Revisión	2
			Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³ "
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 28/08/2023

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	5914	5912	5913
2	Peso del Molde	g	1622	1622	1622
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4292	4290	4291
4	Volumen del Molde	cc	2800	2800	2800
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.533	1.532	1.533

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.533
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6579	6573	6577
2	Peso del Molde	g	1622	1622	1622
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4957	4951	4955
4	Volumen del Molde	cc	2800	2800	2800
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.770	1.768	1.770

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.769
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 28/08/2023

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1286.4	1295.1	1290.8
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2045.0	2050.4	2047.7
3	Peso muestra Seco	C	g	2024.9	2028.2	2026.6
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.71	2.71
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.69	2.68
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.74	2.77	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.1	1.0

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-AG-013
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdón Jara Zelada
PROYECTO	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE Fecha de ensayo: 28/08/2023

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	968.3	969.1	968.7
2	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón	g	653.1	654.5	653.8
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	315.2	314.6	314.9
4	Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	645.4	645.2	645.3
5	Peso del Balón	g/cc	153.1	153.1	153.1
6	Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.3	492.1	492.2
7	Volumen del Balón (V)	cc	502.2	502.2	502.2

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.63	2.62	2.63
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = ((2)-(5))/(V-W))	g/cc	2.67	2.67	2.67
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-((2)-(5)-A)])	g/cc	2.75	2.76	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(((2)-(5)-A)/A)*100]	%	1.6	1.9	1.7

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

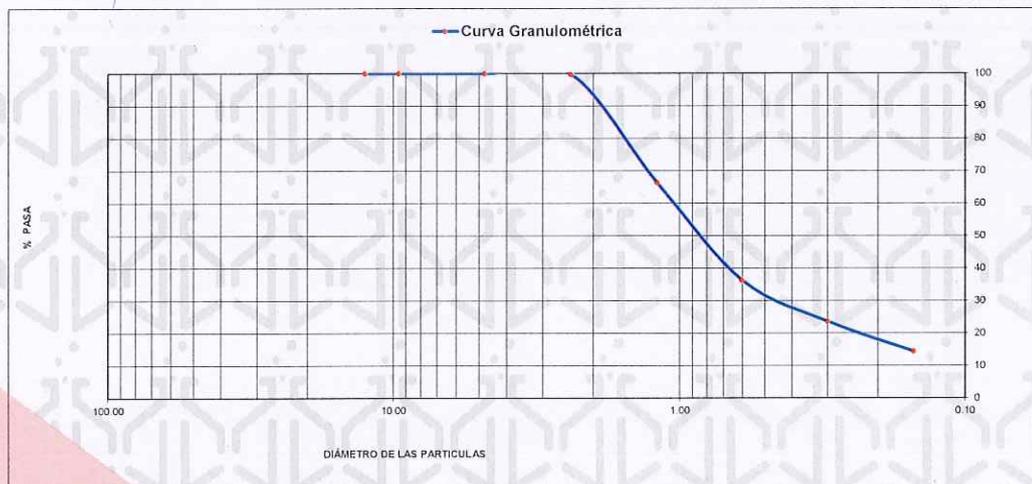
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-001
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	Revisión	2
	DE AGREGADO FINO	Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL : CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO CANTERA: -- Fecha de ensayo: 23/08/2023
 PESO INICIAL HÚMEDO (g): 500.6 % W = 0.3
 PESO INICIAL SECO (g): 499.3 MF = 2.60

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	/
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº8	2.38	1.5	0.3	0.3	99.7	
Nº 16	1.19	166.6	33.4	33.7	66.3	
Nº 30	0.60	149.8	30.0	63.7	36.3	
Nº 50	0.30	63.5	12.7	76.4	23.6	
Nº 100	0.15	45.7	9.2	85.6	14.4	
FONDO	--	72.1	14.4	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-AG-013
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
PROYECTO	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²
UBICACIÓN	: Lima.

MATERIAL : CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO CANTERA : -- Fecha de ensayo: 23/08/2023

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	715.1	714.9	715.0
2	Peso de la Muestra S.S.S. + Peso Balón	g	253.1	253.3	253.2
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	462	461.6	461.8
4	Peso de la Muestra Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	251.6	251.7	251.7
5	Peso del Balón	g/cc	153.1	153.1	153.1
6	Peso de la Muestra Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	98.5	98.6	98.6
7	Volumen del Balón (V)	cc	498.4	498.4	498.4

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.71	2.68	2.69
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = ((2)-(5))/(V-W))	g/cc	2.75	2.72	2.74
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/((V-W)-((2)-(5)-A)))	g/cc	2.82	2.80	2.81
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) (((2)-(5)-A)/A*100)	%	1.5	1.6	1.6

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ^{2m} "
UBICACIÓN	: LIMA.
FECHA	: 08-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 Mezcla patrón	3.536	19.872	0.00704000	2320
Muestra 2 Mezcla patrón	3.536	19.845	0.00704000	2317
Muestra 3 Mezcla patrón	3.536	19.885	0.00704000	2322

OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ² "
UBICACIÓN	: LIMA
FECHA	: 08-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 1.50% CENIZA CASCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	3.536	19.915	0.00704000	2327
Muestra 1 1.50% CENIZA CASCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	3.536	19.927	0.00704000	2328
Muestra 1 1.50% CENIZA CASCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	3.536	19.941	0.00704000	2330

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 293741	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ² "
UBICACIÓN	: LIMA.
FECHA	: 08-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU	3.536	19.992	0.00704000	2338
Muestra 2 1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU	3.536	19.989	0.00704000	2337
Muestra 3 1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU	3.536	19.981	0.00704000	2336

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
-------------------------------------	--

SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara
PROYECTO	: "Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ² "
UBICACIÓN	: LIMA.
FECHA	: 08-09-2023

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-138

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO				
IDENTIFICACIÓN	Peso de molde (kg)	Peso del molde + muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)
Muestra 1 1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU	3.536	20.014	0.00704000	2341
Muestra 2 1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU	3.536	20.021	0.00704000	2342
Muestra 3 1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU	3.536	20.051	0.00704000	2346

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BLOQUEO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE (CAJA L)
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BSEN 12350-10

REFERENCIA : Datos de laboratorio	FECHA DE ENSAYO: 8/09/2023
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada	
PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²	
UBICACIÓN : Lima.	

MEZCLA PATRÓN AUTOCOMPACTANTE			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-1	H2	0.75	0.81
	H1	0.93	

MEZCLA PATRÓN AUTOCOMPACTANTE			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-2	H2	0.77	0.83
	H1	0.93	

MEZCLA PATRÓN AUTOCOMPACTANTE			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-3	H2	0.80	0.82
	H1	0.97	

PROMEDIO DE COEFICIENTE DE BLOQUEO H2/H1	0.82
--	------

OBSERVACIONES:

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BLOQUEO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE (CAJA L)
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
BSEN 12350-10

REFERENCIA : Datos de laboratorio	FECHA DE ENSAYO: 8/09/2023
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada	
PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²	
UBICACIÓN : Lima	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.50%GENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.75%FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-1	H2	0.75	0.85
	H1	0.88	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.50%GENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.75%FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-2	H2	0.78	0.86
	H1	0.91	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.50%GENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.75%FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-3	H2	0.82	0.84
	H1	0.97	

PROMEDIO DE COEFICIENTE DE BLOQUEO H2/H1	0.85
--	------

OBSERVACIONES:

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	GEOTECNIA S.A.C  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BLOQUEO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE (CAJA L)
-------------------------------------	--

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO
BSEN 12350-10

REFERENCIA : Datos de laboratorio	
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada	
PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²	
UBICACIÓN : Lima.	FECHA DE ENSAYO: 8/09/2023

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-1	H2	0.82	0.90
	H1	0.91	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-2	H2	0.84	0.92
	H1	0.91	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-3	H2	0.80	0.89
	H1	0.90	

PROMEDIO DE COEFICIENTE DE BLOQUEO H2/H1	0.90
--	------

OBSERVACIONES:

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BLOQUEO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE (CAJA L)
--	--

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
BSEN 12350-10

REFERENCIA : Datos de laboratorio	
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada	
PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²	
UBICACIÓN : Lima.	FECHA DE ENSAYO: 8/09/2023

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-1	H2	0.88	0.96
	H1	0.92	

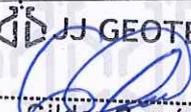
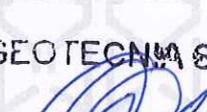
MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-2	H2	0.84	0.94
	H1	0.89	

MEZCLA AUTOCOMPACTANTE-1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU			
MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (m)	COEFICIENTE DE BLOQUEO - H2/H1
M-3	H2	0.88	0.98
	H1	0.90	

PROMEDIO DE COEFICIENTE DE BLOQUEO H2/H1	0.96
--	------

OBSERVACIONES:

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

 VºBº LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	JJ GEOTECNIA SAC  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	JJ GEOTECNIA S.A.C  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 237R-07

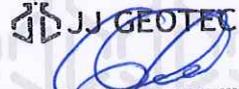
REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada
TESIS : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm²

UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 23/08/2023

f'c 280 kg/cm ² (PATRÓN AUTOCOMPACTANTE)						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.04	1.5	1.7	1533.0	1769.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.68	6.21	0.2	1.0	1491.0	1623.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO						
	1 SLUMP FLOW			650.00	mm		
	2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			1/2"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO			0.451			
	4 AGUA			194			
	5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.65			
	7 TEMPERATURA C°			25.5	°C		
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		430.167		Kg/m ³	10.1 Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento			0.1379	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua			0.1940	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0150	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3495	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3036	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			430	Kg/m ³		
	AGUA			194	Lit/m ³		
	AGREGADO FINO			919	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			814	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2357	Kg/m ³		
D)	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			933.0	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			815.3	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				%	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			0.20		1.8	
	AGREGADO GRUESO			0.80		6.5	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					8.3	
						202.3 Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			422	Kg/m ³		
	AGUA			202	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO			933	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO			815	Kg/m ³		
	2%ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			9	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA			2381	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (165 lt.)						
	CEMENTO			69.56	Kg		
	AGUA			33.39	Lts		
	AGREGADO FINO			153.95	Kg		
	AGREGADO GRUESO			134.52	Kg		
	2%ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE			1.42	g		
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0				C	1.0
	A.F	2.21				A.F	2.17
	A.G	1.93				A.G	1.95
	H2o	20.4				H2o	20.4

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP 107297415	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO			Código	FOR-LAB-CO-001		
				Revisión	1		
				Aprobado	CC-JJ		
				Fecha	1/01/2022		
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 237 R-07							
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada TESIS : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³							
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 23/08/2023							
f_c 280 kg/cm² (1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.75% FIBRA DE ICHU)							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCION %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.04	1.5	1.7	1533.0	1769.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.68	7.46	0.2	1.0	1491.0	1623.0	
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO							
1	SLUMP FLOW			644.00	mm		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1/2"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.451			
4	AGUA			194			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.65			
7	TEMPERATURA C°			25.5	°c		
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO				430.167	Kg/m ³		
Volumen absoluto del cemento				0.1379	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.1940	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0150	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3495	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3036	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS							
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				430	Kg/m ³		
AGUA				194	Lt/m ³		
AGREGADO FINO				919	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				814	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2357	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				933.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				815.3	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.20	Lts/m ³	1.8	
AGREGADO GRUESO				0.80	Lts/m ³	6.5	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						8.3	
						202.3	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				415	Kg/m ³		
AGUA				202	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				926	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				815	Kg/m ³		
2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE				9	Kg/m ³		
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO				6	Kg/m ³		
0.75% FIBRA DE ICHU				7	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2381	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (165 Lt.)							
CEMENTO				68.49	Kg		
AGUA				33.39	Lts		
AGREGADO FINO				152.80	Kg		
AGREGADO GRUESO				134.52	Kg		
2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE				1.42	Kg		
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO				1.06	Kg		
0.75% FIBRA DE ICHU				1.15	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0	C	1.0	A.F	2.18		
A.F	2.23	A.G	1.98	A.G	1.98		
A.G	1.96	H2o	20.7	H2o	20.7		
	20.7						
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
 Jefe de Laboratorio		 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741		 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA			

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/01/2022

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 237 R-07

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada
TESIS : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm²

UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo: 23/08/2023

Pc 280 kg/cm² (1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU)

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.04	1.5	1.7	1533.0	1769.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.68	7.46	0.2	1.0	1491.0	1623.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	SLUMP FLOW	638.00	mm			
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	1/2"				
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.451				
4	AGUA	194				
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	1.5				
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.65				
7	TEMPERATURA C°	25.5	°c			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		430.167	Kg/m ³		10.1	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento		0.1379	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua		0.1940	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire		0.0150	m ³ /m ³			
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3495	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3036	m ³ /m ³			
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO		430	Kg/m ³			
AGUA		194	L/m ³			
AGREGADO FINO		919	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO		814	Kg/m ³			
D) PESO DE MEZCLA		2357	Kg/m ³			
CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO		933.0	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO HUMEDO		815.3	Kg/m ³			
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO		0.20	Lts/m ³			
AGREGADO GRUESO		0.80	6.5			
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			8.3			
			202.3			Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO		414	Kg/m ³			
AGUA		202	Lts/m ³			
AGREGADO FINO		924	Kg/m ³			
AGREGADO GRUESO		815	Kg/m ³			
2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE		9	Kg/m ³			
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO		7	Kg/m ³			
0.95% FIBRA DE ICHU		9	Kg/m ³			
G) PESO DE MEZCLA		2381	Kg/m ³			
CANTIDAD DE MATERIALES (165 Lt)						
CEMENTO		68.35	Kg			
AGUA		33.39	Lts			
AGREGADO FINO		152.49	Kg			
AGREGADO GRUESO		134.52	Kg			
2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE		1.42	Kg			
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO		1.21	Kg			
0.95% FIBRA DE ICHU		1.46	Kg			
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0	C	1.0			
A.F	2.23	A.F	2.18			
A.G	1.97	A.G	1.98			
H2o	20.8	H2o	20.8			

Elaborado por:  VºBº Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL Ingeniero de Sucesión N° 299731	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO			Código	FOR-LAB-CO-001		
				Revisión	1		
				Aprobado	CC-JJ		
				Fecha	1/01/2022		
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 237 R-07							
REFERENCIA	: Datos de laboratorio						
SOLICITANTE	: Rober Abdón Jara Zelada						
TESIS	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³						
UBICACIÓN	: LIMA			Fecha de ensayo:	23/08/2023		
f'c 280 kg/cm³ (1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU)							
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	3.04	1.5	1.7	1533.0	1769.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.68	7.46	0.2	1.0	1491.0	1623.0	
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A)	VALORES DE DISEÑO						
	1	SLUMP FLOW		635.00	mm		
	2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		12"			
	3	RELACION AGUA CEMENTO		0.451			
	4	AGUA		194			
	5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		1.5			
	6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.65			
	7	TEMPERATURA C°		25.5	°C		
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		430.167	Kg/m ³	10.1	Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento		0.1379	m ³ /m ³			
	Volumen absoluto del Agua		0.1940	m ³ /m ³			
	Volumen absoluto del Aire		0.0150	m ³ /m ³			
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3495	m ³ /m ³			
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3036	m ³ /m ³			
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		430	Kg/m ³			
	AGUA		194	L/m ³			
	AGREGADO FINO		919	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO		814	Kg/m ³			
D)	PESO DE MEZCLA		2357	Kg/m ³			
	CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		933.0	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		815.3	Kg/m ³			
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS			%	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		0.20		1.8		
	AGREGADO GRUESO		0.80		6.5		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				8.3		
					202.3	Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		414	Kg/m ³			
	AGUA		202	Lts/m ³			
	AGREGADO FINO		922	Kg/m ³			
	AGREGADO GRUESO		815	Kg/m ³			
	2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE		9	Kg/m ³			
	1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO		8	Kg/m ³			
	1.20% FIBRA DE ICHU		11	Kg/m ³			
G)	PESO DE MEZCLA		2381	Kg/m ³			
	CANTIDAD DE MATERIALES (165 lt.)						
	CEMENTO		68.28	Kg			
	AGUA		33.39	Lts			
	AGREGADO FINO		152.10	Kg			
	AGREGADO GRUESO		134.52	Kg			
	2% ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE		1.42	Kg			
	1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO		1.28	Kg			
	1.20% FIBRA DE ICHU		1.85	Kg			
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)				
	C	1.0	C	1.0			
	A.F	2.23	A.F	2.18			
	A.G	1.97	A.G	1.98			
	H2o	20.3	H2o	20.8			
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:				
							
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos		Control de Calidad JJ GEOTECNIA				

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	26/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
TESIS	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²
UBICACION	: Lima. Fecha de emisión: 16/09/2023

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MAXIMA kgf	AREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	Fc Diseño kg/cm2	% Fc
PATRÓN	8/09/2023	15/09/2023	7	17389.6	78.5	221.4	280.0	79.1
	8/09/2023	15/09/2023	7	16787.4	78.5	213.7	280.0	76.3
	8/09/2023	15/09/2023	7	15532.2	78.5	197.8	280.0	70.6
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	15/09/2023	7	18734.8	78.5	238.5	280.0	85.2
	8/09/2023	15/09/2023	7	18403.3	78.5	234.3	280.0	83.7
	8/09/2023	15/09/2023	7	17787.4	78.5	226.5	280.0	80.9
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	16/09/2023	7	15421.2	78.5	196.3	280.0	70.1
	9/09/2023	16/09/2023	7	16021.3	78.5	204.0	280.0	72.9
	9/09/2023	16/09/2023	7	17534.8	78.5	223.3	280.0	79.7
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	16/09/2023	7	15706.3	78.5	200.0	280.0	71.4
	9/09/2023	16/09/2023	7	14543.6	78.5	185.2	280.0	66.1
	9/09/2023	16/09/2023	7	15441.2	78.5	196.6	280.0	70.2

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas atípicas en las roturas
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	26/04/2023

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

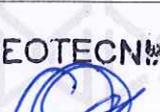
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
TESIS	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de emisión: 23/09/2023	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	8/09/2023	22/09/2023	14	21263.2	78.5	270.7	280.0	96.7
	8/09/2023	22/09/2023	14	21964.6	78.5	279.7	280.0	99.9
	8/09/2023	22/09/2023	14	21715.4	78.5	276.5	280.0	98.7
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	22/09/2023	14	21077.7	78.5	268.4	280.0	95.8
	8/09/2023	22/09/2023	14	21561.5	78.5	274.5	280.0	98.0
	8/09/2023	22/09/2023	14	21746.0	78.5	276.9	280.0	98.9
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	23/09/2023	14	19922.3	78.5	253.7	280.0	90.6
	9/09/2023	23/09/2023	14	19189.6	78.5	244.3	280.0	87.3
	9/09/2023	23/09/2023	14	20254.7	78.5	257.9	280.0	92.1
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	23/09/2023	14	17127.2	78.5	218.1	280.0	77.9
	9/09/2023	23/09/2023	14	17093.2	78.5	217.6	280.0	77.7
	9/09/2023	23/09/2023	14	17828.9	78.5	227.0	280.0	81.1

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLINDRICO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	26/04/2023

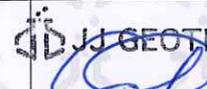
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
TESIS	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ³
UBICACIÓN	: Lima. Fecha de emisión: 07/10/2023

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	8/09/2023	6/10/2023	28	26392.8	78.5	336.0	280.0	120.0
	8/09/2023	6/10/2023	28	27324.2	78.5	347.9	280.0	124.3
	8/09/2023	6/10/2023	28	26442.5	78.5	336.7	280.0	120.2
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	6/10/2023	28	26321.8	78.5	335.1	280.0	119.7
	8/09/2023	6/10/2023	28	25982.4	78.5	330.8	280.0	118.1
	8/09/2023	6/10/2023	28	26127.6	78.5	332.7	280.0	118.8
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	7/10/2023	28	24982.5	78.5	318.1	280.0	113.6
	9/09/2023	7/10/2023	28	22835.4	78.5	290.7	280.0	103.8
	9/09/2023	7/10/2023	28	23478.2	78.5	298.9	280.0	106.8
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO+ 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	7/10/2023	28	20634.3	78.5	262.7	280.0	93.8
	9/09/2023	7/10/2023	28	20752.3	78.5	264.2	280.0	94.4
	9/09/2023	7/10/2023	28	21632.4	78.5	275.4	280.0	98.4

EQUIPO DE ENSAYO
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas atípicas en las roturas
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

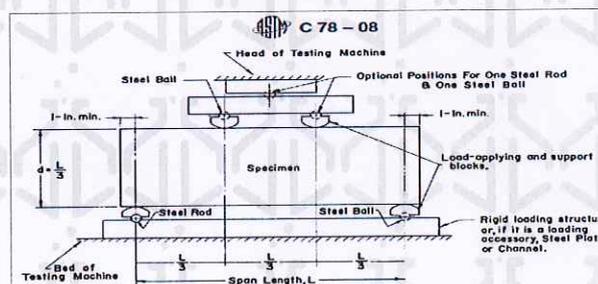
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	27-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm ²
SOLICITANTE	: Rober Abdon Jara Zelada
UBICACIÓN	: Lima.
FECHA DE EMISIÓN :	: 16/09/2023
Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes prismáticos
F'c de diseño	: 280 kg/cm ²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	39.6 kg/cm ²
	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	36.7 kg/cm ²
	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	40.2 kg/cm ²
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	41.8 kg/cm ²
	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.4 kg/cm ²
	8/09/2023	15/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.5 kg/cm ²
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	44.0 kg/cm ²
	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	45.0 kg/cm ²
	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	45.5 kg/cm ²
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	39.2 kg/cm ²
	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	38.9 kg/cm ²
	9/09/2023	16/09/2023	7 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	34.6 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * 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 JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO	 Glider García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	27-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm²

SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada

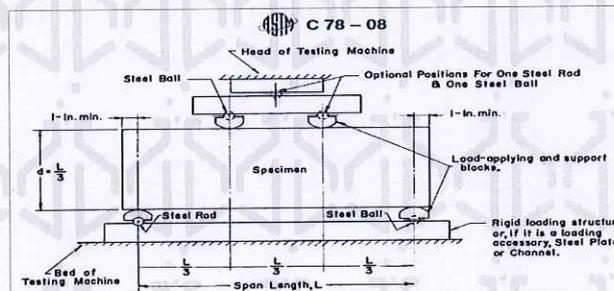
UBICACIÓN : Lima.

FECHA DE EMISIÓN : 23/09/2023

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes prismáticos
F'c de diseño	: 280 kg/cm ²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	50.7 kg/cm ²
	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	51.7 kg/cm ²
	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	49.7 kg/cm ²
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.6 kg/cm ²
	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	49.7 kg/cm ²
	8/09/2023	22/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	50.2 kg/cm ²
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	52.1 kg/cm ²
	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	50.1 kg/cm ²
	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	52.9 kg/cm ²
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	51.2 kg/cm ²
	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.6 kg/cm ²
	9/09/2023	23/09/2023	14 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.1 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- 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 JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

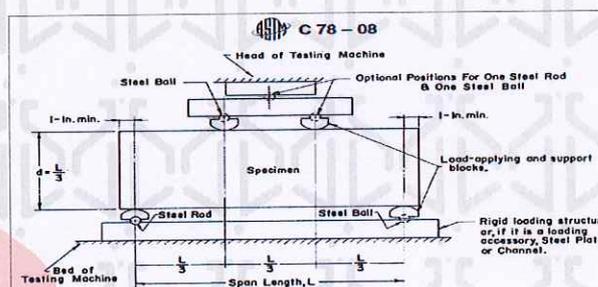
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE)	Versión	02
		Fecha	27-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : Adición de cenizas de cascara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del concreto autocompactante 280kg/cm²
SOLICITANTE : Rober Abdon Jara Zelada
UBICACIÓN : Lima.
FECHA DE EMISIÓN : 07/10/2023

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F_c de diseño : 280 kg/cm²

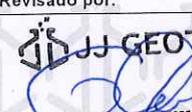
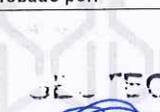
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	56.0 kg/cm ²
	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	57.5 kg/cm ²
	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	53.7 kg/cm ²
1.50% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.75% FIBRA DE ICHU	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	52.3 kg/cm ²
	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	53.6 kg/cm ²
	8/09/2023	6/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	54.9 kg/cm ²
1.70% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 0.95% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	55.6 kg/cm ²
	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	55.1 kg/cm ²
	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	55.9 kg/cm ²
1.80% CENIZA CÁSCARA DE HUEVO + 1.20% FIBRA DE ICHU	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	54.3 kg/cm ²
	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	53.5 kg/cm ²
	9/09/2023	7/10/2023	28 días	DENTRO DEL TERCIO MEDIO	45.0	52.5 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- 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 JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

CLIENTE

Razón Social : JJ GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLE 21 LOS ROSALES DE PRO MZ B LOTE 57 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-10-07
Lugar de Calibración : En las instalaciones del cliente
Fecha de Emisión : 2023-10-10

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca	: ELE INTERNACIONAL	Identificación	: NO INDICA
Modelo	: ADR TOUCH HEAD	Procedencia	: NO INDICA
Serie	: 1887-1-00074	Ubicación	: Laboratorio

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad	:	2000	KN
Resolución	:	0,01	KN

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI PUCP, tomando como referencia la Norma UNE EN ISO 7500-1 "Verificación de Maquinas de ensayo uniaxiales estáticos. Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción / compresión, verificación y calibración del sistema de fuerza"

Sello



Metrólogo

Armando Marin Berrios

Director Técnico

Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Certificado de Calibración

LM23-141

Número de OT: 528-2023

PATRONES UTILIZADOS

Descripción del Instrumento	Identificación y/o Serie	Nº de Certificado	Trazabilidad
Pie de Rey	PT-CELD-01	MT - 1206 - 2023	METROTEST
Termohigrometro	LT-IM-48	E510-0575A-2023-1	LO JUSTO

CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	67 %	66 %



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Indicación del Patrón	Indicación de Fuerza (Ascenso)				Error de Indicación
	Valor de Indicación				
F _i (kgf)	F1 (kgf)	F2 (kgf)	F3 (kgf)	F _{prom} (kgf)	(kgf)
1660	1519,7	1519,5	1519,6	1519,6	-140,6
3990	3757,0	3757,1	3756,8	3757,0	-233,0
6340	5939,8	5940,0	5939,9	5939,9	-400,2
8665	8199,6	8199,6	8199,8	8199,7	-465,3
10985	10560,5	10560,7	10560,7	10560,6	-424,4
13010	12549,2	12549,3	12549,0	12549,2	-461,1
15310	14820,1	14820,3	14820,2	14820,2	-490,1
17655	16977,2	16977,4	16977,4	16977,3	-677,7
20075	19394,0	19394,2	19393,8	19394,0	-681,0
22540	21661,3	21661,5	21661,3	21661,4	-878,7
24875	23993,8	23993,7	23993,9	23993,8	-881,6
27036	26309,6	26309,8	26309,6	26309,7	-725,8
29145	28338,2	28338,3	28338,3	28338,3	-807,0
32006	31191,7	31191,6	31191,9	31191,7	-814,1
35101	34703,0	34702,8	34703,1	34703,0	-397,9
RETORNO A CERO	0	0	0		

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un período de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1185-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE
PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 8342167664

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-11-06

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1185-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,6
Humedad Relativa	66,0	66,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0778-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-254-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 994 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30 000,0 g	I (g)	ΔL (g)	E (g)
		Inicial	Final				
		24,5	24,6				
1	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4	
2	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0	
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3	
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2	
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1	
6	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3	
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2	
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,5	0,0	
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4	
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1	
Diferencia Máxima						0,4	
Error máximo permitido ±				2 g		± 3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1185-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,6

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1
2		10	0,5	0,0		10 000	0,8	-0,3	-0,3
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,5	0,0	0,2
4		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,5	0,0	0,3

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,6

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,8	-0,3	-0,2	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500,0	500	0,5	0,0	0,1	500	0,5	0,0	0,1	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,2	2 000	0,9	-0,4	-0,3	1
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	-0,1	5 000	0,7	-0,2	-0,1	1
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,1	7 000	0,5	0,0	0,1	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	2
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	-0,2	15 000	0,6	-0,1	0,0	2
20 000,0	20 000	0,6	-0,1	0,0	20 000	0,9	-0,4	-0,3	2
25 000,0	25 000	0,9	-0,4	-0,3	25 000	0,7	-0,2	-0,1	3
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	-0,1	30 000	0,7	-0,2	-0,1	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,61 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,96 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,81 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1187-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **TAJ4001**

Número de Serie : **B222979084**

Alcance de Indicación : **4 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **CHINA**

Identificación : **BM-018-13**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-11-06**

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1187-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,6
Humedad Relativa	66,0	66,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 4 002,0 g para una carga de 4 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,01 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,06	-0,02
2	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,05	-0,01
3	2 000,0	0,08	-0,03	3 999,9	0,02	-0,08
4	2 000,0	0,05	0,00	3 999,9	0,04	-0,10
5	1 999,9	0,02	-0,07	4 000,0	0,07	-0,03
6	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,08	-0,04
7	1 999,9	0,03	-0,08	4 000,0	0,09	-0,05
8	1 999,9	0,04	-0,09	3 999,9	0,02	-0,08
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,04
Diferencia Máxima			0,09	0,09		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1187-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,5

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,06	-0,01	1 300,00	1 300,0	0,06	-0,01	0,00
2		1,0	0,08	-0,03		1 299,9	0,02	-0,07	-0,04
3		1,0	0,05	0,00		1 300,0	0,08	-0,03	-0,03
4		1,0	0,07	-0,02		1 300,1	0,07	0,08	0,10
5		1,0	0,05	0,00		1 299,9	0,04	-0,09	-0,09
(*) valor entre 0 y 10 e									Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,5	24,5

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,09	-0,04	-0,04	5,0	0,07	-0,02	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	-0,01	50,0	0,05	0,00	0,00	0,1
100,00	100,0	0,08	-0,03	-0,03	100,0	0,09	-0,04	-0,04	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	-0,01	500,1	0,06	0,09	0,09	0,1
700,00	700,0	0,07	-0,02	-0,02	700,0	0,07	-0,02	-0,02	0,2
1 000,00	1 000,0	0,05	0,00	0,00	1 000,0	0,08	-0,03	-0,03	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,04	1 500,0	0,05	0,00	0,00	0,2
2 000,00	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	2 000,0	0,09	-0,04	-0,04	0,2
3 000,00	3 000,0	0,07	-0,02	-0,02	3 000,0	0,08	-0,03	-0,03	0,3
4 000,01	4 000,0	0,06	-0,02	-0,02	4 000,0	0,06	-0,02	-0,02	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 8,99 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,59 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,06 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1189-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 379-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-08

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **NO INDICA**

Modelo : **NO INDICA**

Número de Serie : **NO INDICA**

Alcance de Indicación : **10 000 g**

División de Escala de Verificación (e) : **1 g**

División de Escala Real (d) : **0,1 g**

Procedencia : **NO INDICA**

Identificación : **NO INDICA**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-11-06**

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de JJ GEOTECNIA S.A.C.
CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
 DA - Perú
 Laboratorio de Calibración
 Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1189-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,6	24,7
Humedad Relativa	65,0	66,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0778-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-257-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 9 990,6 g para una carga de 10 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

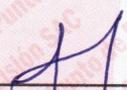
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	24,6			24,6		
	Carga L1= 5 000,00 g			Carga L2= 10 000,02 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	5 000,0	0,06	-0,01	10 002,2	0,05	2,18
2	5 000,0	0,05	0,00	10 002,4	0,07	2,36
3	5 000,0	0,09	-0,04	10 002,4	0,05	2,38
4	5 000,0	0,05	0,00	10 002,4	0,09	2,34
5	5 000,0	0,08	-0,03	10 002,4	0,06	2,37
6	5 000,0	0,07	-0,02	10 002,2	0,08	2,15
7	5 000,0	0,05	0,00	10 002,3	0,09	2,24
8	5 000,0	0,06	-0,01	10 002,4	0,05	2,38
9	5 000,0	0,09	-0,04	10 002,2	0,07	2,16
10	5 000,0	0,07	-0,02	10 002,4	0,06	2,37
Diferencia Máxima			0,04			0,23
Error máximo permitido	± 3 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

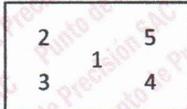
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1189-2023

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,7

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,00	10,0	0,07	-0,02	3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	0,01
2		10,0	0,05	0,00		3 000,0	0,09	-0,04	-0,04
3		10,0	0,06	-0,01		3 000,1	0,05	0,10	0,11
4		10,0	0,08	-0,03		3 000,0	0,07	-0,02	0,01
5		10,0	0,09	-0,04		2 999,6	0,05	-0,40	-0,36
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido : ± 3 g				

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,7	24,6

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,00	10,0	0,05	0,00	0,00	19,9	0,01	-0,06	-0,06	1
20,00	20,0	0,08	-0,03	-0,03	19,9	0,01	-0,06	-0,06	1
100,00	100,0	0,05	0,00	0,00	99,9	0,04	-0,09	-0,09	1
500,00	500,1	0,09	0,06	0,06	499,9	0,02	-0,07	-0,07	1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,05	0,00	0,00	2
1 000,00	1 000,0	0,07	-0,02	-0,02	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,08	2
2 000,00	2 000,1	0,06	0,09	0,09	2 000,0	0,09	-0,04	-0,04	2
5 000,00	5 000,0	0,09	-0,04	-0,04	4 999,8	0,02	-0,17	-0,17	3
7 000,01	7 000,0	0,05	-0,01	-0,01	7 000,0	0,05	-0,01	-0,01	3
10 000,02	10 001,6	0,07	1,56	1,56	10 001,6	0,07	1,56	1,56	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,74 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,28 \times 10^{-2} \text{ g}^2 + 2,02 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-916-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023
Fecha de emisión : 2023-11-07

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : FZA
Modelo de Prensa : PCBRFZA-00519
Serie de Prensa : 00320PCBR

Marca de Celda : MAVIN
Modelo de Celda : NS4-5t
Serie de Celda : e8502799
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : PRECISA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA
06 - NOVIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	ZEMIC	MT-8009-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,8	23,7
Humedad %	77	77

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

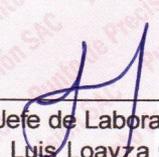
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-916-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	497,55	498,05	0,49	0,39	497,80	0,44	-0,10
1000	997,55	998,05	0,25	0,20	997,80	0,22	-0,05
1500	1499,05	1498,55	0,06	0,10	1498,80	0,08	0,03
2000	1998,50	1999,05	0,08	0,05	1998,78	0,06	-0,03
2500	2499,50	2500,05	0,02	0,00	2499,78	0,01	-0,02
3000	3000,55	3002,05	-0,02	-0,07	3001,30	-0,04	-0,05
3500	3504,05	3504,55	-0,12	-0,13	3504,30	-0,12	-0,01
4000	4006,55	4007,05	-0,16	-0,18	4006,80	-0,17	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9975x + 4,8929$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

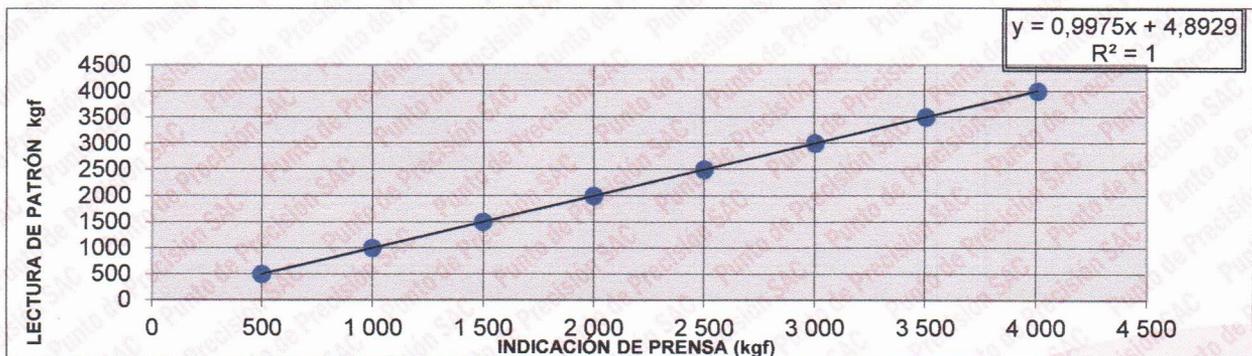


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-917-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023
Fecha de emisión : 2023-11-07

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Descripción del Equipo : CARGA PUNTUAL

Marca de carga Puntual : NO INDICA
Modelo de carga Puntual : NO INDICA
Serie de carga Puntual : NO INDICA
Capacidad : 10 t

Marca de Celda : NO INDICA
Modelo de Celda : CSF-B
Serie de Celda : 22092927
Capacidad de Celda : 10 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : NO INDICA
Serie de Indicador : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA
06 - NOVIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	ZEMIC	MT-8009-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,7	23,7
Humedad %	77	77

7. Resultados de la Medición

Los errores de la carga puntual se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-917-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	5,252	5,257	-5,03	-5,13	5,25	-4,84	-0,10
10	10,366	10,381	-3,66	-3,81	10,37	-3,60	-0,15
15	15,549	15,554	-3,66	-3,69	15,55	-3,55	-0,03
20	20,629	20,629	-3,15	-3,15	20,63	-3,05	0,00
25	25,827	25,837	-3,31	-3,35	25,83	-3,22	-0,04
30	30,975	30,980	-3,25	-3,27	30,98	-3,16	-0,02
35	36,252	36,261	-3,58	-3,60	36,26	-3,47	-0,03
40	41,184	41,175	-2,96	-2,94	41,18	-2,86	0,02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \qquad Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

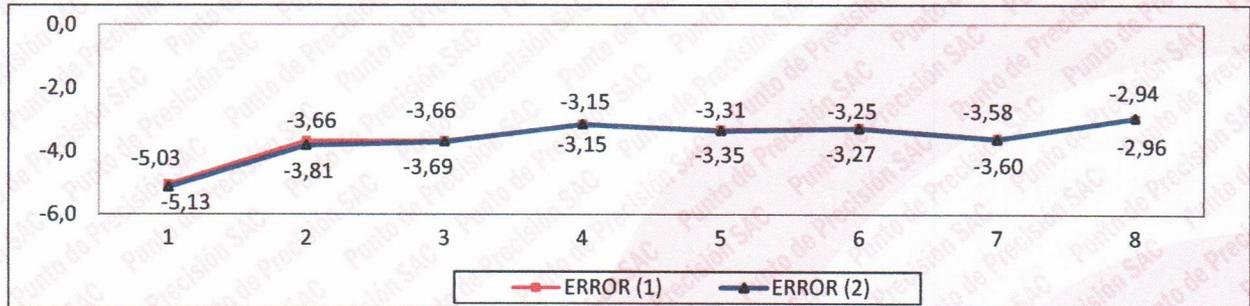
Ecuación de ajuste : $y = 0,9714x - 0,0904$

Donde: x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4046-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023
Fecha de emisión : 2023-11-07

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE

Tipo de Indicación : ANALÓGICO

Alcance de Indicación : 0 pulg a 1 pulg

División de Escala : 0,001 pulg

Marca : INSIZE

Modelo : 2307-1

Serie : 9372

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA
06 - NOVIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA-C-012-2023	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,8	23,8
Humedad %	77	77

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-4046-2023

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
pulg	pulg	pulg
0,000	0,000	0,000
0,100	0,101	0,001
0,200	0,201	0,001
0,300	0,303	0,003
0,400	0,402	0,002
0,500	0,502	0,002
0,600	0,603	0,003
0,700	0,702	0,002
0,800	0,802	0,002
0,900	0,903	0,003
1,000	1,003	0,003

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,003 pulg
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,0005$ pulg

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN	INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
pulg	pulg	pulg
1,000	1,003	0,003
	1,002	0,002
	1,002	0,002
	1,001	0,001
	1,002	0,002

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,003 pulg
Incertidumbre de medición : $\pm 0,0005$ pulg

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

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-329-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 379-2023
Fecha de emisión : 2023-11-07

1. Solicitante : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STMH-3
Serie : 141101

Marca de Contómetro : NO INDICA
Modelo de Contómetro : AN-3(DH14J)
Serie de Contómetro : NO INDICA

3. Lugar y fecha de Calibración

CAL.21 MZA. B LOTE. 57 OTR. LOS ROSALES DE PRO - LIMA - LIMA
06 - NOVIEMBRE - 2023

4. Método de Calibración

Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	MITUTOYO	DM23-C-0239-2023	INACAL - DM
REGLA	MITUTOYO	1AD-1577-2022	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM-002-2023	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,7	23,7
Humedad %	77	77

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO-329-2023

Página : 2 de 2

EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
710 mm	480 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	396,26 g	45,98 mm
Peso de Esfera 2	396,15 g	45,99 mm
Peso de Esfera 3	396,18 g	46,00 mm
Peso de Esfera 4	439,06 g	47,57 mm
Peso de Esfera 5	439,12 g	47,58 mm
Peso de Esfera 6	396,21 g	46,00 mm
Peso de Esfera 7	439,17 g	47,58 mm
Peso de Esfera 8	396,34 g	46,00 mm
Peso de Esfera 9	439,19 g	47,59 mm
Peso de Esfera 10	396,25 g	45,99 mm
Peso de Esfera 11	439,11 g	47,58 mm
Peso de Esfera 12	396,23 g	46,01 mm
Total	4969,27 g	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

31 rpm

SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535
EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g
NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm
PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g
DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 6: Ficha de revista indizada en la cual se publicará el artículo científico

Título tentativo del artículo científico	"Adición de ceniza de cáscara de huevo y fibra de ichu para mejorar las propiedades del hormigón autocompactante"
Nombre de la revista a postular	Revista Brasileña de Tecnología
URL de revista	https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJT/index
Base de datos de Indización	DOI - Identificador de objetos digitales, Latindex, Google Scholar, LivRe, Eurasian Scientific Journal Index - ESJI, Academic Resource Index - ResearchBib, Bielefeld Academic Search Engine - BASE e Índices.
Cuartil	
Idioma	Portugués
ISSN	ISSN 2595-5748
h-index	0

“Adição de cinzas de casca de ovo e fibra de ichu para melhorar as propriedades do concreto autoadensável”

“Addition of eggshell ash and ichu fiber to improve the properties of self-compacting concrete”

DOI:10.34117/bjdv9n8-

Recebimento dos originais: 17/10/2023

Aceitação para publicação: //

Rober Abdon, Jara Zelada

Graduado em Engenharia Civil

Instituição: Universidade César Vallejo (Peru)

Endereço: km 8,2, Carr. Central, Distretto di Ate 15487

E-mail: rjaraz@ucvvirtual.edu.pe

Javier Reynoso Oscanoa

Mestre em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Peruana dos Andes (Peru)

Endereço: Av. Mártires del periodismo – Chorrillos – Huancayo

E-mail: jreynosoos@ucvvirtual.edu.pe



Acerca de la revista

La **Revista Brasileira de Tecnologia**, editada por las **Revistas Brasileñas Publicações de Periódicos e Editora Ltda. (CNPJ 32.432.868/0001-57)**, surgió con la percepción de algunos profesores brasileños de que el tema tecnología necesita más medios de difusión de la investigación científica. Es una publicación trimestral cuyo objetivo es difundir el conocimiento a través de la publicación de artículos científicos que presenten aportes originales, tanto empíricos como teóricos.

La Revista Brasileira de Tecnologia es socia de la [Faculdade Fáciência](#) y [Faculdade da Indústria](#) de la Federación de Industrias del Estado de Paraná (FIEP), y es la revista oficial de trabajos académicos de la [Associação Comercial de São José dos Pinhais \(ACIAP\)](#), ciudad donde se encuentra la sede de nuestra empresa.

Los artículos publicados en la Revista Brasileira de Tecnologia recibirán el [DOI - Identificador de Objeto Digital](#), código de identificación único del artículo.

IDENTIFICADOR DOI

 2020-10-23

BJT acaba de incorporarse al identificador público DOI - Digital Object Identifier.

Todos los artículos publicados tendrán su identificador DOI.

[Leer más](#) >

NUEVA INDEXACIÓN

 2020-10-23

Problema actual

Vol. 6 N° 2 (2023)

Revista Brasileira de Tecnologia, Curitiba, v. 6, núm. 2, 2023

Publicado: 2023-11-10

Editorial

Editorial

Amanda Silva

72



Artículos originales

La implementación de tecnología de robotización a través de una aplicación de mensajería para la estandarización y eficiencia en la atención al cliente en el Cuerpo de Bomberos Militares de Paraná.

Fernando Ferreira Machado

73-97



Red de cicloturismo para el municipio de Buena Fe, provincia de Los Ríos, Ecuador

Carmen Alexandra Sinchi-Rivas, Carlos Alberto Nieto-Cañarte, Nelson Luis Mecias-Herrera, Víctor Manuel Guamán-Sarango, Samantha Marlene Puente-Bosquez

98-116



[Ver todos los problemas >](#)

Actualmente estamos indexados en las siguientes bases de datos:

- DOI - Identificador de objetos digitales, Latindex, Google Scholar, LivRe, Eurasian Scientific Journal Index - ESJI, Academic Resource Index - ResearchBib, Bielefeld Academic Search Engine - BASE e Índices.

- **Índice H (Google Scholar): 2**

Indexadores



Palabras clave



Visitantes



LO MÁS LEÍDO LA SEMANA PASADA

[INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y POLICÍA PREDICTIVA: posibilidades de innovación tecnológica para la Policía Militar de Paraná en el combate a los delitos violentos contra la propiedad mediante el uso de explosivos](#)

👁️32

[Efectos del enfoque de entrenamiento de resistencia en ancianos sarcopénicos y el uso auxiliar de sustancias ergogénicas como esteroides anabólicos y suplementos nutricionales.](#)

👁️25

[Desarrollo de la formulación de un desinfectante de manos a base de hierbas que contiene nanopartículas de plata de Moringa olifera](#)

👁️19

[Análisis de simulación de combustión de sacarosa/nitrato de potasio como propulsor sólido para motores de cohetes.](#)

👁️14

[Aplicación del FMEA en la prevención de accidentes laborales en la construcción](#)

👁️14

Información

[Para lectores](#)

[Para autores](#)

[Para bibliotecarios](#)

Problema actual

ATOM 1.0

RSS 2.0

RSS 1.0

Idioma

[Portugués - Brasil\)](#)

Inglés



Platform &
workflow by
OJS / PKP

Anexo N° 7. Panel fotográfico



Material de cascara de huevo



Calcinación de la cascara de huevo



Contenido de humedad del agregado fino



Contenido de humedad de los agregados gruesos



Peso específico del agregado grueso



Absorción del agregado grueso



Peso unitario compactado del agregado grueso



Peso unitario suelto del agregado grueso



Peso unitario compactado del agregado fino



Granulometría del agregado fino



Vaceado del concreto autocompactante



Peso unitario del concreto autocompactante



Caja L para medir la Fluidez



Ensayo de resistencia a compresión



Ensayo de resistencia a flexión