



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto e influencia
en el comportamiento estructural de una edificación aporricada,
Lambayeque 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Quispe Taipe, Daniel Roberto (orcid.org/0000-0002-3180-2087)

Rojas Vidaurre, Victor Alberto (orcid.org/0000-0002-5761-7736)

ASESOR:

Dr. Bendezu Romero, Lenin Miguel (orcid.org/0000-0002-4650-260X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto e influencia en el comportamiento estructural de una edificación aporticada, Lambayeque 2024.", cuyos autores son ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO, QUISPE TAÍPE DANIEL ROBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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, 08 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL DNI: 10749998 ORCID: 0000-0002-4650-260X	Firmado electrónicamente por: LBENDEZUR el 12- 07-2024 22:48:14

Código documento Trilce: TRI - 0803966



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO, ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto e influencia en el comportamiento estructural de una edificación aporricada, Lambayeque 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO DNI: 46489419 ORCID: 0000-0002-5761-7736	Firmado electrónicamente por: VAROJASVID el 22-07-2024 15:41:52
QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO DNI: 72490239 ORCID: 0000-0002-3180-2087	Firmado electrónicamente por: DQUISPETA el 31-07-2024 09:37:44

Código documento Trilce: INV - 1667213

DEDICATORIA

Quispe Taipe, Daniel Roberto

Dedico esta tesis a Dios, por su guía y fortaleza, y a mi familia, por su amor y respaldo constantes.

Rojas Vidaurre, Victor Alberto

A Dios, por ser mi luz y guía en cada paso, por su protección y por darme la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas. A mi familia, por su amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quispe Taipe, Daniel Roberto

Agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría, a mi familia por su incondicional apoyo, a nuestros asesores y profesores por su orientación.

Rojas Vidaurre, Victor Alberto

Gracias a Dios por ser mi guía y fortaleza, a mis abuelos en el cielo y a mi familia por ser mi motivo de superación, a mi compañera de vida (Rossy) por su apoyo incondicional, a la universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de crecer y desarrollarnos profesionalmente, a nuestros asesores y profesores por su dedicación y compromiso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	16
III. RESULTADOS.....	22
IV. DISCUSIÓN.....	53
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Comportamiento de las variables.	16
Tabla 2:	Unidades de especímenes para el desarrollo del estudio.	19
Tabla 3:	Unidades de especímenes para el desarrollo del estudio.	19
Tabla 4:	Técnica e instrumentos para el recojo de información.	20
Tabla 5:	Análisis granulométrico.	22
Tabla 6:	Características del agregado fino.	23
Tabla 7:	Análisis granulométrico:	23
Tabla 8:	Propiedades físicas del agregado grueso.	24
Tabla 9:	Características generales.	25
Tabla 10:	Cantidad de material por m ³	25
Tabla 11:	Características generales.	25
Tabla 12:	Cantidad de material por m ³	26
Tabla 13:	Características generales.	26
Tabla 14:	Cantidad de material por m ³	27
Tabla 15:	Características generales.	27
Tabla 16:	Cantidad por m ³	27
Tabla 17:	Resistencia del esfuerzo a compresión a los 7 días de curado.	28
Tabla 18:	Resistencia del esfuerzo a compresión a los 14 días de curado.	29
Tabla 19:	Resistencia del esfuerzo a compresión a los 28 días de curado.	31
Tabla 20:	Resistencia del esfuerzo a flexión a los 7 días de curado.	32
Tabla 21:	Resistencia del esfuerzo a flexión a los 14 días de curado.	34
Tabla 22:	Resistencia del esfuerzo a flexión a los 28 días de curado.	35
Tabla 23:	Dimensiones de los elementos estructurales.	38
Tabla 24:	Metrado de carga muerta en losas del 1er y 2do piso.	39
Tabla 25:	Metrado de carga viva en losas del 1er y 2do piso.	39
Tabla 26:	Metrado de carga muerta en techo del tercer piso.	39
Tabla 27:	Metrado de carga viva en techo del tercer piso.	39
Tabla 28:	Metrado de carga de tabiquería en vigas.	39
Tabla 29:	Análisis sísmico estático en X.	41
Tabla 30:	Análisis sísmico estático en Y.	41
Tabla 31:	Masa participativa y periodo.	42
Tabla 32:	Peso de la edificación.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Composición química de un estudio de revisión de literatura.....	10
Figura 2.	Diagrama de una probeta, con sus respectivas dimensiones.	11
Figura 3.	Desarrollo aproximado de la resistencia a compresión.	12
Figura 4.	Ensayo del módulo de rotura (viga cargada en tercio medio).	13
Figura 5.	Clasificación del concreto por consistencia.	15
Figura 6.	Curva granulométrica.	22
Figura 7.	Curva granulométrica.	24
Figura 8.	Tipo de falla 2 y 3.	28
Figura 9.	Tipo de falla 1 y 2.	30
Figura 10.	Tipo de falla 2 y 3.	31
Figura 11.	Falla en el tercio central.	33
Figura 12.	Falla en el tercio central.	34
Figura 13.	Falla en el tercio central.	36
Figura 14.	Vista 3D del modelado.	37
Figura 15.	Vista en planta del modelado.	37
Figura 16.	Definición de secciones.	38
Figura 17.	Asignación de cargas de las tabiquerías sobre las vigas.	40
Figura 18.	Asignación de cargas en losas.	40
Figura 19.	Definición de espectro de respuesta en "X"	43
Figura 20.	Definición de espectro de respuesta en "X"	43
Figura 21.	Límites máximos para los desplazamientos.	44
Figura 22.	Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.00057.	45
Figura 23.	Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000551. ...	46
Figura 24.	Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000368.	47
Figura 25.	Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000356.	48
Figura 26.	Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000543. ...	49
Figura 27.	Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000524. ...	50
Figura 28.	Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000327.	51
Figura 29.	Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000316.	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Esfuerzo a compresión a los 7 días de curado.....	29
Gráfico 2.	Esfuerzo a compresión a los 14 días de curado.....	30
Gráfico 3.	Esfuerzo a compresión a los 28 días de curado.....	32
Gráfico 4.	Esfuerzo a flexión a los 7 días de curado.....	33
Gráfico 5.	Esfuerzo a flexión a los 14 días de curado.....	35
Gráfico 6.	Esfuerzo a flexión a los 28 días de curado.....	36

RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue determinar cómo la adición de ceniza de cáscara de arroz (CCA) influye en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de tres pisos en Lambayeque en el año 2024. La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño experimental. Se utilizaron 36 probetas cilíndricas y 12 viguetas como muestras. Para los ensayos se emplearon máquinas de compresión y flexión del concreto, además de fichas para la recolección de datos. Los datos obtenidos fueron procesados y se realizó el modelado matemático utilizando el software Etabs Ultimate 21.0.0. Los resultados mostraron que, a los 28 días, el concreto con 3% de CCA alcanzó una resistencia a compresión de 225 kg/cm² y, con 5% de CCA, una resistencia a flexión de 29.80 kg/cm². El análisis estructural indicó que la edificación cumple con los desplazamientos máximos permitidos según la norma E030, demostrando que la adición de CCA mejora las propiedades mecánicas del concreto y la rigidez estructural, sin presentar vulnerabilidad sísmica significativa.

Palabras clave: Ceniza de cáscara de arroz, comportamiento estructural, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, análisis sísmico.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine how the addition of rice husk ash (RHA) influences the structural behavior of a three-story frame building in Lambayeque in the year 2024. The research was carried out with a quantitative approach, applied type and experimental design. Thirty-six cylindrical specimens and 12 joists were used as samples. Concrete compression and bending machines were used for the tests, as well as data collection cards. The data obtained were processed and mathematical modeling was performed using Etabs Ultimate 21.0.0 software. The results showed that, at 28 days, the concrete with 3% CCA reached a compressive strength of 225 kg/cm² and, with 5% CCA, a flexural strength of 29.80 kg/cm². The structural analysis indicated that the building complies with the maximum allowable displacements according to standard E030, demonstrating that the addition of CCA improves the mechanical properties of the concrete and the structural stiffness, without presenting significant seismic vulnerability.

Keywords: Rice husk ash, structural behavior, compressive strength, flexural strength, seismic analysis.

I. INTRODUCCIÓN.

El concreto continúa siendo el material predominante de la construcción, siendo el cemento su principal componente, dado que es el encargado de proporcionar la resistencia necesaria tanto a la compresión como a la flexión. Sin embargo, la producción de este insumo genera altas emisiones de CO₂ convirtiéndola en una de las actividades más contaminantes que existe hoy en día (Camargo, Abellán y Fuentes, 2023, p. 6167). Ante esta problemática investigaciones recientes señalan que las cenizas provenientes de la cascarilla de arroz pueden sustituir parcialmente al cemento. (Coronel, Altamirano y Muñoz, 2022, p. 322).

A nivel mundial, Rúa, Carvajal, Lasso y Arbeláez (2022), sostienen que la producción de cemento genera aproximadamente un 8% de dióxido de carbono y demanda alrededor del 14% del suministro total de energía. (p.103). Así mismo, la acumulación de desechos es un problema global que ha generado una gran preocupación en la sociedad actual, causando graves daños al medio ambiente. (Coronel et al. 2022, p. 322).

De acuerdo con datos de la organización Mordor Intelligence, en 2021 Perú fue el segundo productor de arroz en América del Sur después de Brasil, con 4 millones de toneladas métricas (2023, párr. 8). De esta producción, aproximadamente el 20% corresponde a cáscaras de arroz, las cuales carecen de una disposición final bien definida y se convierten en un desecho que no puede ser almacenado debido a su alto volumen. (Camargo, 2017, p. 33).

Considerando que la región Lambayeque produce entre 429,600 y 441,435 toneladas de arroz, con un crecimiento anual del 2.57%, enfrenta un grave problema de gestión de residuos debido a la falta de un plan eficaz para el buen manejo de desechos, que suelen ser quemados, esparcidos por el viento, o vertidos en fuentes de agua, provocando daños ambientales significativos. Esta situación afecta negativamente al ecosistema local y destaca la necesidad urgente de encontrar alternativas sostenibles, como el uso de estas cenizas. (Montero, 2019, p.28).

El presente proyecto surge como respuesta a esta problemática, con el propósito de ofrecer una contribución significativa a la ciencia y al cuidado del medio ambiente, se busca la utilización de concreto sostenible aprovechando los recursos derivados de los residuos de la cáscara de arroz que constituye la materia prima más abundante en esta zona del país.

De lo anteriormente planteado, podemos formular el siguiente problema general ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024?

En cuanto a la justificación, consideramos que el presente proyecto es conveniente debido a que los resultados servirán como aportes para futuras investigaciones, al ayudar a determinar cuál es la influencia que puede generar la inclusión de cenizas de cáscara de arroz al concreto en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 niveles en Lambayeque.

Se justifica socialmente ya que este proyecto se enfoca en la reducción de los desechos para minimizar la exposición a partículas de cascarilla de arroz, así como la disminución de la contaminación debido a la emisión de dióxido de carbono, además, busca reducir los costos asociados a la producción de cemento y fomentar el desarrollo local del cultivo de arroz, lo que podría generar oportunidades económicas y laborales en la población.

Como justificación práctica, la presente investigación ayudará como instrumento en los resultados para determinar cómo influye la ceniza de cáscara de arroz adicionada al concreto, en el comportamiento estructural de una edificación, variables que serán tomadas como antecedentes para otras investigaciones.

Luego de las justificaciones, proponemos el siguiente objetivo general: OG: Determinar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento estructural de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.

Del mismo modo generamos los siguientes objetivos específicos: OE1: Analizar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la resistencia del concreto de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024. OE2: Evaluar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024. OE3: Determinar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la estructura de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.

Posteriormente se plantea la siguiente hipótesis general: HG1: La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.

Y finalmente las hipótesis específicas: HE11: La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en la resistencia del concreto de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024. HE21: La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024. HE31: La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en la estructura de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.

En cuanto a los antecedentes los presentamos a continuación en orden internacional, nacional y local:

En el ámbito internacional, un estudio elaborado en Etiopía por Endale, Taffese, Vo y Yehualaw (2023) tuvo como finalidad analizar las características y efectos de la Ceniza Cáscara de Arroz (RHA por sus siglas en inglés) al añadirla al concreto. La investigación fue una revisión sistemática y tuvo como grupo de estudio diversos estudios de investigación obtenidos de bases de datos confiables. Los instrumentos utilizados fueron plataformas de datos académicas y bibliográficas. Los resultados más relevantes mostraron que la RHA contiene un alto contenido de sílice amorfa, superficie específica y finura de partículas, y que su uso optimiza las características

físicas, mecánicas y de durabilidad del hormigón hasta un cierto nivel óptimo de contenido de RHA. Finalmente concluyó que la RHA puede reemplazar al cemento en un 10% a 20%, aportando beneficios ambientales significativos como la conservación de recursos, la gestión de residuos agrícolas y contribuye significativamente en la economía.

Sathe, Kangda y Dandin (2022) desarrollaron un estudio, cuyo objetivo fue analizar las propiedades físicas del hormigón al incorporar RHA en reemplazo porcentual del cemento. El diseño de estudio fue experimental y el grupo de estudio estuvo conformado por mezclas de concreto con reemplazos de RHA en 5%, 10%, 15% y 20%. Los instrumentos utilizados fueron equipos para los ensayos y fichas de recolección de información. Los hallazgos más relevantes revelaron que la resistencia, a compresión, tracción indirecta y flexión aumentaron con la incorporación de hasta un 15% de RHA, más allá de ese porcentaje dichas resistencias comenzaron a disminuir y lo mismo pasó con la trabajabilidad. En conclusión, el estudio determinó que la proporción ideal de RHA para maximizar las propiedades mecánicas del material es del 15%.

Muleya, Muwila, Tembo y Lungu (2021) desarrollaron un estudio con el principal objetivo de analizar el costo-beneficio de emplear Cenizas de Cáscara de Arroz (CCA) como reemplazo del cemento en mezclas de concreto para beneficiar a comunidades de bajos recursos en Zambia. El diseño de investigación fue experimental, centrado en evaluar la viabilidad económica y la integridad estructural del hormigón producido con CCA. El grupo de estudio incluyó diversas mezclas con reemplazos parciales de cemento por CCA en proporciones del 10%, 20% y 30%. Como instrumentos se utilizaron equipos para los ensayos requeridos y herramientas para evaluar la trabajabilidad del hormigón. Los resultados más relevantes mostraron que el concreto mejora su resistencia al agregarle el 20% de CCA. Así mismo logra reducir costos de 12.5% en la producción de concreto, lo que es significativo para grandes volúmenes. Finalmente se concluyó que emplear CCA es viable tanto técnica como económicamente, proporcionando una solución de construcción sostenible y accesible para comunidades de bajos recursos.

A nivel nacional, tenemos a Celis y García (2023) quienes realizaron una investigación en Tarapoto, cuyo objetivo fue analizar como se comporta el hormigón cuando se le añade Cenizas de Cascarilla de Arroz (CCA). El enfoque de investigación fue cuantitativo y de tipo experimental. El grupo de estudio o población incluyó diversas mezclas de concreto, sin y con incorporación de CCA en proporciones de 5%, 10% y 15%. Como instrumentos se utilizó una prensa para evaluar la resistencia de los especímenes, además de equipos necesarios para realizar las pruebas de granulometría y contenido de humedad. Los datos obtenidos demostraron que agregar CCA en porcentaje de 5% al concreto mejoró la resistencia a la compresión y porcentajes mayores al 5% disminuyeron su resistencia. Finalmente se tuvo como conclusión que la adición de CCA en un 5% al concreto optimiza la resistencia a la compresión, sin embargo porcentajes mayores disminuyen dicha resistencia.

Gutierrez y Ochochoque (2022) llevaron a cabo una investigación en Lima, con el objetivo de producir un concreto modificado con Cenizas de Cáscara de Arroz (CCA) para optimizar el comportamiento a compresión de una edificación. Su diseño de investigación fue cuantitativo y experimental, enfocándose en analizar el comportamiento del hormigón con diferentes porcentajes de CCA. El grupo de estudio estuvo compuesto por varias edificaciones con sistema aporticado de cinco niveles. Los instrumentos utilizados fueron todos los necesarios para realizar los ensayos granulométricos, diseño de mezclas, fabricación de probetas cilíndricas, máquina para realizar los ensayos a compresión, flexión, equipos para verificar la trabajabilidad y fichas para la recolección de datos, además del software Etabs 18 para la modelación estructural. Los resultados más relevantes demostraron que agregar el 5% de cemento por CCA optimizó la resistencia a la compresión. Además, se verificó que la estructura modelada con el concreto optimizado cumplía con los parámetros de la norma técnica E030. Finalmente concluyeron que el concreto mejora su resistencia a la compresión cuando se le adiciona el 5% de CCA, siendo viable para su uso en edificaciones aporticadas, mejorando sus condiciones estructurales y sismorresistentes.

Torres (2021) en su investigación tuvo como propósito analizar la influencia de la CCA en las propiedades del concreto en Lima. El diseño del estudio fue

experimental y la población o grupo de estudio estuvo conformado por diversas mezclas de concreto natural y mezclas alteradas con diferentes proporciones de CCA (10%, 15%, y 20%). Como instrumentos se utilizaron equipos necesarios para realizar la granulometría y el diseño de mezclas, prensa para la rotura de probetas, máquina para ensayar esfuerzos a tracción, cono de Abrams y fichas para la recolección de datos. Los resultados más relevantes mostraron que la adición del 10% y 15% de CCA al concreto incrementó la resistencia tanto a compresión como a tracción respectivamente. Sin embargo, la trabajabilidad del concreto disminuyó considerablemente cuando se le adiciona CCA. En conclusión, la investigación determinó que la incorporación de CCA mejora la resistencia tanto a compresión como a tracción del concreto, aunque afecta negativamente su trabajabilidad.

En el ámbito local, Correa y Maza (2023) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas del hormigón cuando se le incorpora CCA, en Lambayeque. La investigación fue experimental. El grupo de estudio incluyó diferentes mezclas de concreto sin y con inclusión de CCA en proporciones de 4%, 6%, 8% y 10%. Como instrumentos se emplearon equipos para los ensayos de especímenes, así como fichas para la recolección de información. Los resultados más relevantes mostraron que la adición del 6% de CCA incrementó la resistencia del concreto en compresión, tracción y flexión, además del módulo de elasticidad. No obstante, adiciones por encima del 6%, disminuyen dichas resistencias. En conclusión, el estudio determinó que la adición de estas cenizas mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto cuando se utiliza en una proporción del 6%.

La investigación realizada en Lambayeque por Vargas (2023), tuvo como finalidad evaluar las propiedades frescas (trabajabilidad) y mecánicas (resistencias a compresión y flexión) del concreto cuando se le agrega Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA). La investigación fue experimental y el grupo de estudio o población, incluyó especímenes con dosificaciones de 0% (control), 2.5%, 5%, 7.5%, 10% y 12.5% de CCA. Como instrumentos se emplearon máquinas para los diferentes ensayos. Los resultados más importantes mostraron que la adición de CCA mejoró la trabajabilidad del concreto, mantuvo la temperatura y aumentó su capacidad de compresión y flexión. La dosificación óptima fue del 7.5% de CCA. En conclusión,

la investigación demostró que la incorporación de CCA mejora la resistencia del concreto, siendo una alternativa viable y sostenible en la construcción.

Campos y Hoyos (2022) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo principal fue mejorar la resistencia del concreto añadiendo Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA). La investigación fue experimental y tuvo como población de estudio varios especímenes de concreto, fabricados con diferentes porcentajes de CCA (0.5%, 1%, 3% y 5%). Como instrumentos se emplearon máquinas para realizar ensayos de compresión y flexotracción, y fichas de recolección de información. Los resultados más relevantes mostraron que la resistencia del concreto patrón ($f'c=280$ kg/cm²) se optimizó con el 1% de CCA, en cuanto a la flexotracción, se observó un incremento del 24% con la inclusión del 5% de CCA. Finalmente se concluyó que la inclusión de CCA en proporciones de hasta el 1% mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto, la inclusión del 5% mejora la resistencia a la flexotracción, asimismo proporciona una alternativa de solución medioambiental.

En cuanto a las bases teóricas, desarrollaremos nuestras variables de estudio, comenzando por la variable independiente: Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto.

La Ceniza de cáscara de arroz es el producto resultante de la quema controlada de la cáscara de arroz, un subproducto agroindustrial significativo en regiones productoras de arroz como la provincia de Manabí en Ecuador. Esta ceniza es rica en sílice, presentando un contenido que varía entre 87 y 97% en peso. Dependiendo de las condiciones de calcinación, principalmente la temperatura y el tiempo de quema, la sílice presente en la CCA puede existir en formas amorfas o cristalinas, siendo la forma amorfa la más deseada para su uso como puzolana. La CCA se emplea como sustituto parcial del cemento Portland en la producción de hormigones, mejorando el esfuerzo a compresión, estabilidad química y durabilidad del material resultante (Jarre, Puig, Zamora y Zamora, 2020, p. 47).

El concreto es una mezcla de agua, agregados finos, gruesos, y aditivos. La reacción entre el cemento y el agua genera una pasta que se endurece, creando

una masa sólida y resistente. Entre sus propiedades destacadas se encuentra la resistencia para soportar esfuerzos a compresión, que permite al concreto soportar cargas pesadas, crucial para elementos estructurales como columnas y vigas. La durabilidad del concreto le permite resistir condiciones ambientales adversas, incluyendo ciclos de congelación y deshielo, sustancias químicas y abrasión. La trabajabilidad es la comodidad con la que el concreto fresco puede ser mezclado, transportado y colocado, mejorada por aditivos que no comprometen otras propiedades. La impermeabilidad del concreto, importante para estructuras que contienen líquidos, depende de la densidad y calidad de los materiales. Aunque la resistencia a la tracción es menor que la de compresión, es vital para evitar grietas y mejorar el comportamiento estructural (Kosmatka, Kerkhoff y Panarese, 2008, pp. 15-20).

Las dimensiones consideradas para esta variable fueron:

Granulometría de los agregados: Es, posiblemente, una de las propiedades más cruciales ya que influyen significativamente en la uniformidad de las mezclas. Los agregados finos requieren más cemento, incrementando los costos de las mezclas, en cambio las gravas con poca arena resultan en mezclas menos trabajables. Idealmente, se deben evitar granulometrías con excesos o defectos de cualquier tamaño para lograr una mezcla adecuada (Matallana, 2019, p. 67).

Diseño de mezclas: Es el proceso de definir las propiedades necesarias del hormigón, considerando tanto su estado fresco como endurecido. La dosificación de la mezcla implica definir las cantidades de los materiales que se van a requerir para el concreto, estos deben cumplir con las especificaciones deseadas, asegurando trabajabilidad, resistencia y durabilidad. El método establecido por el Comité ACI 211.1, es uno de los más utilizados. Este método ajusta las proporciones para concreto normal sin aditivos, tomando en cuenta los volúmenes absolutos de los materiales cementantes, agregados, agua y aire.

Proporción de Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA) en el Concreto: se refiere a la cantidad de CCA que se utiliza como reemplazo parcial del aglomerado en una mezcla de concreto. El objetivo de incluir CCA es optimizar las propiedades del

hormigón, tales como el esfuerzo a compresión, flexión y/o la durabilidad, así como disminuir la contaminación ambiental en la producción del aglomerado. Según el artículo elaborado por Oblitas (2022), se ha determinado que una proporción adecuada de reemplazo de cemento por CCA es de hasta el 15%. Este nivel de reemplazo se ha encontrado que optimiza el esfuerzo a compresión y la trabajabilidad del hormigón sin necesidad de añadir otros elementos puzolánicos. Al aumentar la proporción de CCA por encima del 15%, la resistencia y otras propiedades del concreto tienden a disminuir (pp. 12-13).

Propiedades de la Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA): Sus propiedades físicas incluyen una menor gravedad específica y densidad a granel en comparación con el cemento, lo que hace que ocupe más volumen para una masa dada. La CCA tiene un área superficial mayor que la del cemento Portland, con valores de aproximadamente 4091 cm²/g frente a 3105 cm²/g. Además, la estructura porosa de la CCA varía según las condiciones de combustión, presentando desde pequeños hoyos hasta grandes poros interconectados. Estos factores físicos influyen en su capacidad para mejorar la impermeabilidad del concreto al llenar los poros de la mezcla. Químicamente, la ceniza de cáscara de arroz se caracteriza por contener un elevado contenido de sílice, generalmente superior al 70%. La CCA contiene varios óxidos importantes, incluyendo CaO, que contribuyen a su alta reactividad puzolánica. Esta reactividad se puede mejorar a través de la combustión y molienda controladas. Además, la pérdida por ignición de la CCA es alta debido a los procesos de incineración y molienda, lo que resulta en una ceniza muy activa que mejora significativamente la resistencia y durabilidad del concreto (Endale et al. 2022, pp. 3-4).

Referencias	Composición química											
	SiO ₂	Alabama:oh	fe ₂ oh ₃	cao	MgO	ENTONCES ₃ Y:DE ACUERDO:oh			Otros	LoI	SiO ₂ + Al ₂ oh ₃ +Fe ₂ oh ₃	
[27]	87,22	0,70	1,68	2,12	1,18	0,04	0,20	1,12		1,52	1,06	89,6
[32]	91,15	0,41	0,21	0,41	0,45	0,45	0,05	6,25		-	0,45	91,77
[33]	87,89	0,19	0,28	0,73	0,47	-	-	3,43		-	4,36	88,36
[35]	83,74	0,29	0,67	0,74	0,86	0,87	0,091	2,84		0,51	8,39	84,7
[36]	84	1,35	1,45	3,17	-	0,92	-	-		-	-	86,8
[39]	90,16	0,11	0,41	1,01	0,27	-	0,12	0,65		-	-	90,68
[42]	74,35	1,379	1,029	1,39	1,06	-	-	3,51		-	1,50	76,758
[43]	93,6	0,2	0,3	0,8	0,4	0,1	0,7	1,1		-	2,5	94,1
[45]	90,6	1,7	0,7	0,1	0,8	-	-	2,4		2,65	<6	93
[47]	85,3	-	0,817	1,42	0,81	0,23	-	2,37		4,881	-	86,117
[48]	86,73	0,04	0,61	0,39	0,08	1,32	9,76	0,01		-	0,54	87,38
[49]	81,8	0,38	0,78	1,8	0,9	0,56	0,05	3,1		5,56	-	82,96
[50]	93,5	0,55	0,23	1,11	0,31	0,07	0,1	1,4		-	-	94,28
[51]	87,8	0,4	0,3	0,7	0,6	0,1	0,5	2,2		-	2,2	88,5
[52]	88,07	1,35	0,22	1,04	0,74	0,49	1,15	2,02		2,31	2,61	89,64
[53]	86,98	0,84	0,73	1,4	0,57	0,24	0,11	2,46		-	5,14	88,55
[54]	96,84	1,03	0,38	0,47	0,32	-	0,03	0,81		0,1	-	98,25
[55]	87,8	0,4	0,3	0,7	0,6	0,1	0,5	2,2		-	2,2	88,5
[56]	94,91	0,37	0,79	0,98	0,26	0,09	0,02	1,67		0,85	0,06	96,07
[57]	91,56	0,19	0,17	1,07	0,65	0,47	-	-		4,89	-	91,92
[58]	92,19	0,09	0,10	0,09	0,41	0,41	1,64	0,05		0,72	4,14	92,38

Figura 1. Composición química de un estudio de revisión de literatura.

Fuente: Endale et al.

Para el estudio de la variable: Comportamiento estructural de edificación aporticada, se debe tener en cuenta las siguientes bases teóricas:

Comportamiento estructural de edificaciones: Se refiere al estudio y comprensión del comportamiento de las estructuras bajo diferentes cargas por ejemplo: cargas sísmicas, de viento, de empuje, entre otras. Se centra en cómo las fuerzas actúan sobre los elementos estructurales, cómo se transmiten a través de la estructura y cómo afectan su estabilidad y resistencia. En el diseño de estructuras, el comportamiento estructural es de vital importancia, primero para asegurar la integridad de las personas que ocupan o utilizan edificios. Al comprender cómo se distribuyen las cargas y cómo responde la estructura ante ellas, los ingenieros pueden diseñar sistemas estructurales resistentes y seguros. Además, el comportamiento estructural es fundamental para lograr eficiencia en el diseño y la construcción. (Digital Content, 2024).

Las dimensiones tomadas en consideración para esta variable fueron:

Resistencia del concreto: Es una propiedad fundamental del concreto, especialmente relevante para el diseño estructural. El concreto es conocido por su

capacidad de resistir esfuerzos de compresión y corte. Esta resistencia se mide comúnmente mediante pruebas en probetas cilíndricas, cuyos resultados son cruciales para el verificar la calidad del concreto, afectando acciones de dosificación, mezcla, colocación y cumplimiento de especificaciones. Las probetas se preparan utilizando moldes de acero, plástico u otros materiales no atacables por el cemento. El molde se llena con concreto fresco en dos o tres capas de altura similar, cada una compactada con una varilla o un vibrador. El número de capas y el método de compactación dependen del tamaño del cilindro. Las dimensiones estándar para las probetas son de 15x30cm o de 10x20cm (diámetro x altura) (Matallana, 2019, p. 119).

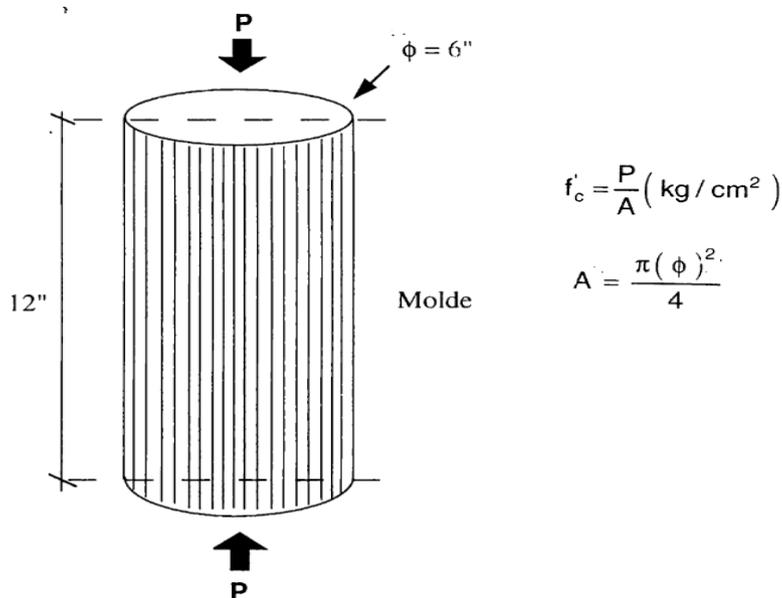


Figura 2. La imagen muestra un diagrama de una probeta, con sus respectivas dimensiones.

Fuente: Abanto.

Las fórmulas mostradas en la imagen son:

$f'_c = \frac{P}{A}$ (en kg/cm²): Esta fórmula calcula la resistencia a la compresión.

$A = \frac{\pi(\emptyset)^2}{4}$: Esta fórmula calcula el área de la sección transversal de la probeta, donde \emptyset es su diámetro.

Edad (días)	% Resistencia respecto a la de 28 días
1	10
3	40
7	70
14	90
28	100
56	110
90	120
180	125

Figura 3. Desarrollo aproximado de la resistencia a compresión, asumiendo 100% a los 28 días.

Fuente: Matallana.

Resistencia a la flexión o módulo de rotura: Es una característica importante de las construcciones simples de hormigón, como los suelos industriales y las losas de pavimentación y en hormigón armado como vigas. Se mide aplicando una carga al tercio medio de una viga de hormigón convencional y doblándola. Las normas NTC 2871 y NTC 1377 se basan en las normas ASTM C31 y C78, que contienen detalles sobre los procedimientos de preparación, curado y ensayo de las viguetas. Aunque también pueden utilizarse otras medidas, la viga típica tiene una sección transversal cuadrada con un lado de 150 mm y una longitud de 500 mm (Matallana, p. 122).

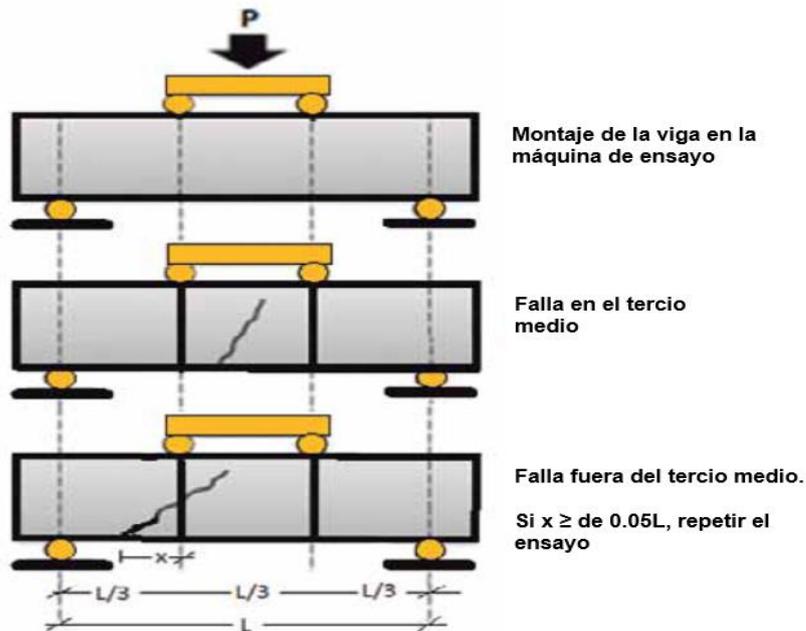


Figura 4. Ensayo del módulo de rotura (viga cargada en tercio medio).

Fuente: Matallana.

El comportamiento sísmico se refiere a cómo una estructura reacciona ante las fuerzas generadas por los movimientos sísmicos. Esta reacción depende de la rigidez del componente estructural y del movimiento del suelo. Los sismos provocan desplazamientos y esfuerzos en las edificaciones, y la magnitud de estos efectos varía según las propiedades de la estructura y del suelo. Para evaluar el comportamiento sísmico, se estiman las cargas laterales aplicadas sobre la estructura, representando lo más fielmente posible el fenómeno real del sismo. Esto se hace a través de diferentes métodos de análisis, que van desde técnicas sencillas hasta complejos modelos computacionales. Una estructura diseñada para resistir sismos debe comportarse elásticamente durante su vida útil, desarrollando desplazamientos que no superen ciertos límites. Sin embargo, si la resistencia es menor, se espera que la estructura tenga suficiente ductilidad para soportar deformaciones sin colapsar, disipando la energía mediante deformaciones plásticas y movimientos oscilatorios (Harmsem, 2024, p. 447).

Una estructura es un sistema de componentes conectados que soporta cargas. En ingeniería civil, incluye edificios, puentes, etc. Al diseñar una estructura para uso

público, los ingenieros deben considerar seguridad, estética, mantenimiento, y restricciones económicas y ambientales. Esto implica estudios para determinar la forma estructural más adecuada, combinando creatividad y conocimiento técnico de materiales y mecánica. En el diseño preliminar, se analiza la estructura para asegurar rigidez y fuerza, idealizando ciertas características como conexiones y apoyos. Se determinan las propiedades de los materiales y el tamaño de los elementos según normas locales. El diseño estructural es un proceso iterativo, donde cada ciclo incluye el análisis de la estructura para determinar fuerzas y desplazamientos. Los resultados se usan para ajustar y perfeccionar el diseño (Hibbeler, 2012, p. 3).

A continuación, se definen los siguientes términos básicos:

Cemento Portland: Es un producto comercial accesible que, al combinarse con agua, reacciona lentamente para formar una masa endurecida. Está compuesto por clínker finamente molido (Abanto, 2009, p. 11).

Puzolonas: Son productos que no tienen propiedades cementantes por sí solos. Sin embargo, cuando se combinan con el agua y el cemento a temperaturas cruciales, tienden a reaccionar químicamente y forman productos estables con propiedades cementantes (Matallana, 2019, p. 27).

Agregados: Son elementos (gravas o arenas) para economizar la mezcla y disminuir la posibilidad de que se formen grietas al fraguar. Ayudan al desarrollo gradual de la resistencia junto con el agua/cemento y el proceso de hidratación (Matallana, 2019, p. 24).

Concreto: El cemento Portland, los áridos finos y gruesos, el aire, el agua y ciertas cantidades de unos y otros se combinan para crear el concreto, que tiene ciertas características, la principal de las cuales es la resistencia. Al reaccionar el agua y el cemento se unen las partículas de los áridos para formar un material sólido. En ocasiones se aplican aditivos al hormigón para mejorar o modificar algunas de sus características (Abanto, 2009, p. 11).

Concreto fresco: Es el estado en que la mezcla es manejable; al nivel de facilidad con el que puede ser manipulada, movilizada, así como colocada y consolidada mediante métodos que demanden demasiado esfuerzo, manteniendo su homogeneidad sin segregarse ni exudar (Matallana, 2019, p. 27).

Asentamiento (cm)	Consistencia	Grado de trabajabilidad
0 a 2,0	Muy seca	Muy bajo
2,0 a 3,5	Seca	Bajo
3,5 a 5,0	Semi - seca	Bajo
5,0 a 10,0	Media	Medio
10,0 a 15,0	Húmeda	Alto

Figura 5. Clasificación del concreto por consistencia.

Fuente: Matallana, 2019.

Resistencia: Es la capacidad del hormigón para soportar cargas de diferentes tipos y tamaños. La compresión, la tracción, la flexión, el cizallamiento, la abrasión y la erosión son los principales tipos de resistencia a los esfuerzos mecánicos (Matallana, 2019, p. 27).

II. METODOLOGÍA.

2.1. Tipo y diseño de investigación.

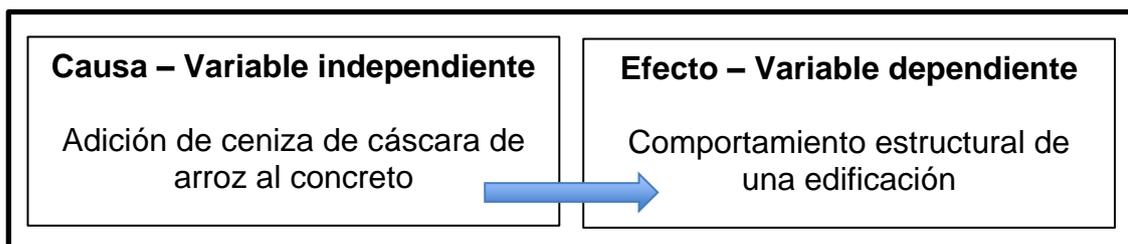
2.1.1. Tipo de investigación.

El proyecto es de tipo aplicada, son trabajos originales diseñados con la intención de adquirir nuevos conocimientos enmarcados con el fin de resolver un problema específico basados en resultados obtenidos de la investigación básica; estos se pueden en un plazo breve, y tiene un impacto más significativo en la sociedad (Castro, Gómez y Camargo, 2022, p. 152).

2.1.2. Diseño de investigación.

El diseño es experimental, en este sentido debe cumplir ciertos requisitos, siendo el principal de modificar deliberadamente una o múltiples variables independientes, se entiende que esta variable es la presunta causa en la relación entre variables. Por otra parte, la variable dependiente es el efecto provocado por la variable independiente (Chenet, 2022, p. 14). Por lo tanto, la adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto es la variable independiente que afecta el comportamiento estructural de una edificación, demostrando una relación causa-efecto.

Tabla 1: *Comportamiento de las variables.*



Fuente: Elaboración propia

2.2. Variables y operacionalización.

2.2.1. Definición conceptual.

Para la Variable independiente, Ceniza de cáscara de arroz (CCA), según Matallana (2019), es un residuo natural de la trilla de los granos de arroz. Como suele quemarse de forma no regulada, puede constituir una amenaza para el medio ambiente. Pero cuando se calcina con cuidado, a 500-700 grados Celsius, se produce una ceniza amorfa con un elevado contenido en sílice, estructura esponjiforme y cualidades puzolánicas. Asimismo, esta sustancia generará productos que aumentarán la resistencia inicial del hormigón cuando se combine con cemento (p.39).

La Variable Dependiente, Comportamiento estructural en edificaciones, puede definirse como la manera en que una estructura reacciona ante la aplicación de fuerzas externas, evaluado en términos de desplazamientos y deformaciones. Las relaciones matemáticas entre estas fuerzas y los desplazamientos resultantes se conocen comúnmente como relaciones constitutivas de la estructura (Capcha, 2017, párr. 1).

2.2.2. Definición operacional.

Dado que la ceniza de cascarilla de arroz es una variable independiente cuantitativa, puede operacionalizarse en tres dimensiones: la proporción de adición de CCA al hormigón, el diseño de la mezcla y los parámetros de granulometría de los áridos.

La resistencia del concreto, el comportamiento sísmico y el análisis estructural son los parámetros utilizados para medir la variable dependiente, que es el comportamiento estructural de las estructuras.

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población.

Según Ayala y Vargas (2023, p. 11), se trata de un estudio integral realizado a un conjunto de elementos que comparten una unidad de estudio común y poseen características similares que los definen como población para ser evaluados en un mismo entorno. En este estudio se tiene como población al concreto.

Criterio de exclusión: El concreto manejado como modelo no tiene que comprender menos del 3%, ni más del 7% de adición de CCA. Además, la resistencia del concreto alcanzado después de la rotura de probetas, no tiene que ser inferior al esfuerzo de compresión promedio.

Criterio de inclusión: El contenido de adición de CCA al concreto utilizado como muestra es del 3%, 5% y 7%. Además, la resistencia del concreto tras la rotura de la probeta debe ser superior o igual al esfuerzo promedio de compresión.

2.3.2. Muestra.

Según la norma ASTM C31, para obtener el esfuerzo a compresión del hormigón deben utilizarse especímenes cilíndricos en los ensayos de compresión realizados conforme a la norma ASTM C39 (Ayala y Vargas, 2023, p. 12).

Para esta investigación, se elaboraron 36 probetas cilíndricas y 12 viguetas, haciendo un total de 48 especímenes de concreto sin y con adiciones de 3%, 5% y 7% de CCA, con un concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm². Así mismo se realizaron pruebas ensayos del concreto, teniendo como referencias las normativas relativas al protocolo de ensayo para probetas cilíndricas (NTP 339.034) y hormigón armado (NTP E.060).

2.3.3. Muestreo.

Este estudio consideró una metodología no probabilística, se caracteriza por seleccionar una la cantidad de especímenes de la población en general con el propósito de hacer factible el trabajo del investigador (Hernández, 2014).

Para obtener resultados más idóneos, se elaboraron 36 probetas cilíndricas y 12 viguetas, haciendo un total de 48 especímenes de concreto con y sin incorporación de CCA. Estas se desarrollaron, de acuerdo con la NTP 339.003, cuyas medidas de los especímenes fueron de Ø 10 cm por 20 cm de altura, y se habrían sometido a los tiempos de curado adecuados de 7, 14 y 28 días.

2.3.3.1. Unidad de análisis.

Como resultado, se creó una tabla en la que se esbozaban las unidades que se examinaron.

Tabla 2: *Unidades de especímenes para el desarrollo del estudio.*

Detalle de las unidades para el desarrollo del estudio a compresión					
Edades	Sin CCA	3% CCA	5% CCA	7% CCA	Parcial
7 días	03	03	03	03	12 Und
14 días	03	03	03	03	12 Und
28 días	03	03	03	03	12 Und
Total					36 Und

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: *Unidades de especímenes para el desarrollo del estudio.*

Detalle de las unidades para el desarrollo del estudio a flexión					
Edades	Sin CCA	3% CCA	5% CCA	7% CCA	Parcial
7 días	01	01	01	01	04 Und
14 días	01	01	01	01	04 Und
28 días	01	01	01	01	04 Und
Total					12 Und

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.4.1. Técnicas.

Utilizamos la observación directa de los especímenes de ensayo, con y sin adición de CCA. Posteriormente hicimos un análisis de los hallazgos de estudio utilizando métodos de revisión y recopilación de datos., utilizando probetas cilíndricas y viguetas para los ensayos. Esto permite obtener resultados precisos mediante la utilización de diversos equipos de laboratorio.

2.4.2. Instrumentos.

Las fichas correspondientes, que permiten anotar los datos de las pruebas y los instrumentos utilizados para el presente estudio, después de emitir datos de compresión a la dureza. Los procesos de medición, que se componen de múltiples fuentes normativas, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4: *Técnica e instrumentos para el recojo de información.*

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Granulom.	Ficha rec. datos	NTP.400.012/ASTM.C-136
Cont. de humedad	Ficha rec. datos	NTP.339.185/ASTM.C-566
Peso específico y porcentaje de absorción	Ficha rec. datos	NTP.400.022/ASTM.C-128
		NTP.400.021/ASTM.C-127
Peso unitario	Ficha rec. datos	NTP.400.017/ASTM.C-29
Ensayos de resistencia del concreto	Ficha rec. datos	NTP.339.034/ASTM.C-39

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Aspectos éticos.

Teniendo en cuenta todo lo determinado, laboratorios certificados avalaron la validez del proyecto según los criterios establecidos por las normas NTP y ASTM. Como tesisistas nos comprometimos a demostrar la validez de los resultados con total transparencia, y los hallazgos de laboratorio se evaluaron con la máxima honestidad.

Para garantizar la originalidad del trabajo y combatir el plagio, utilizamos la herramienta Turnitin. Así mismo, fue fundamental cumplir con el código de ética en investigación de la Universidad, así como con las normas y guías ISO 690-2, asegurando autenticidad y veracidad en todo el proceso.

III. RESULTADOS.

3.1. Características del agregado fino.

Tabla 5: *Análisis granulométrico.*

Tamiz (Pulg.)	Tamiz (mm.)	% QUE PASA	HUSO NTP 1"-1/2"
1"	25		
3/4"	19		
1/2"	12.50		
3/8"	9.50	100.00	100 – 100
N° 4	4.75	96.20	95 – 100
N° 8	2.38	77.90	80 – 100
N° 16	1.19	57.80	50 – 85
N° 30	0.60	39.70	25 – 60
N° 50	0.30	24.00	5 – 30
N° 100	0.15	9.50	0 – 10
Fondo			

Fuente: Elaboración propia.

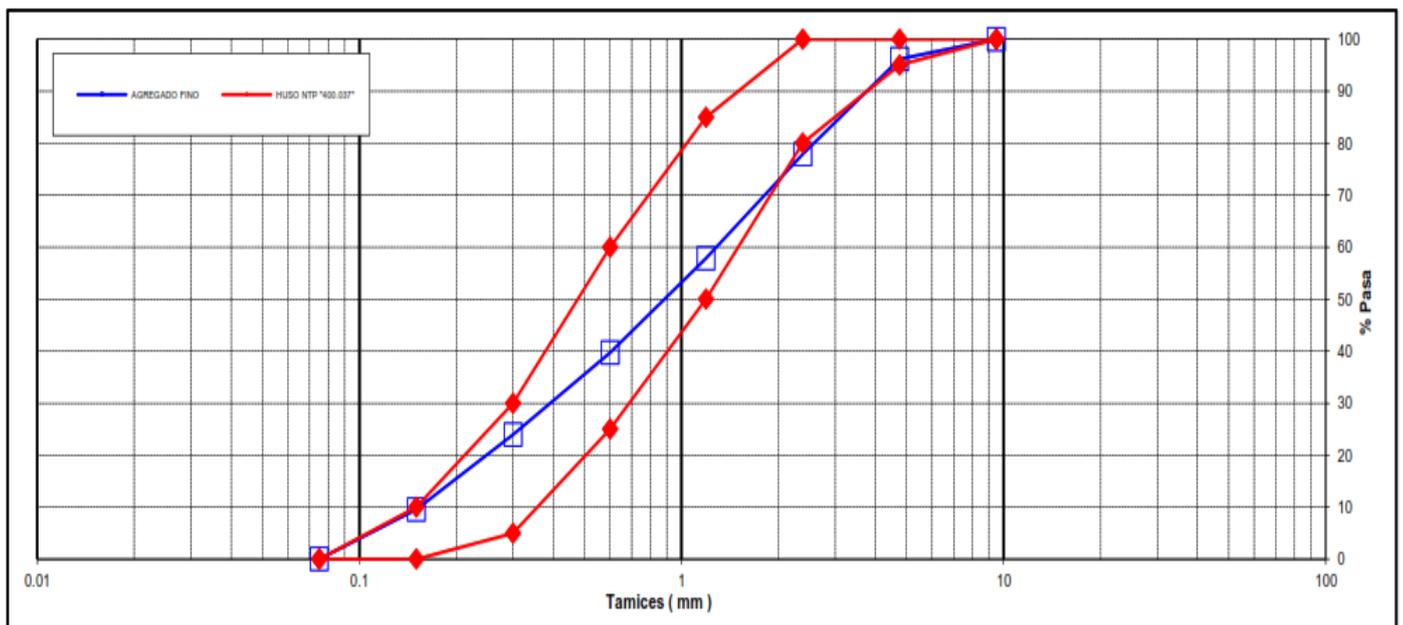


Figura 6. Curva granulométrica.

Fuente: Laboratorio JCH.

Tabla 6: Características del agregado fino.

Mód. Finura	2.95
Peso sin comp. (kg/m ³)	1,519.00
Peso comp. (kg/m ³)	1,711.00
Peso esp. del agregado	2.60
Cont. de humedad (%)	1.53
Absorción (%)	1.52

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Características del agregado grueso.

Tabla 7: Análisis granulométrico:

Tamiz (Pulg.)	Tamiz (mm.)	% QUE PASA	HUSO NTP 1"-1/2"
2 1/2"	63		
2"	50		
1 1/2"	37.5	100.00	100 – 100
1"	25	97.10	90 – 100
3/4"	19	42.40	20 – 55
1/2"	12.5	3.30	0 – 10
3/8"	9.5	0.90	0 – 5
Nº 4	4.75	0.60	-
Nº 8	2.38	.050	-
Nº 16	1.19		
Fondo			

Fuente: Elaboración propia.

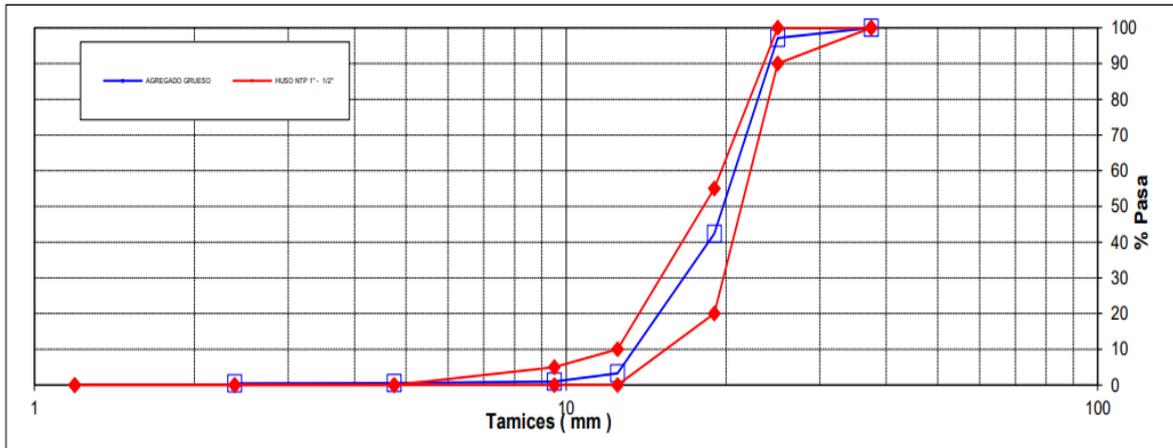


Figura 7. Curva granulométrica.

Fuente: Laboratorio JCH.

Tabla 8: *Propiedades físicas del agregado grueso.*

Tamaño máximo nominal	1"
Mód. Finura	7.55
Peso sin comp. (kg/m ³)	1,457.00
Peso comp. (kg/m ³)	1,653.00
Peso esp. del agregado	2.86
Cont. de humedad (%)	0.53
Absorción (%)	0.45

Fuente: Elaboración propia.

3.3. DISEÑO DE MEZCLAS.

3.3.1. CONCRETO PATRÓN (F'C=210KG/CM²) CEMENTO SOL TIPO I.

Tabla 9: *Características generales.*

Descripción		
Tipo de concreto	.....	f'c = 210 kg/cm ²
Slump	.....	3" – 4" (slump 3")
Relación agua/cemento	.....	0.60
Proporciones en diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones en obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: *Cantidad de material por m³.*

Descripción		
Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. CONCRETO (F'C=210KG/CM²) CEMENTO SOL TIPO I, CON 3% DE ADICIÓN DE CCA.

Tabla 11: *Características generales.*

Descripción		
Tipo de concreto	.....	f'c = 210 kg/cm ²
Slump	.....	3" – 4" (slump 2")
Relación agua/cemento	.....	0.60
Proporciones en diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91

Proporciones en obra	1.0 : 2.38 : 2.92
Adición de 3% de CCA	1275.0 g. por bolsa de cemento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: *Cantidad de material por m3.*

Descripción	
Cemento	333 kg
Arena	794 kg
Piedra	975 kg
Agua	199 lt
Adición de 3% de CCA	10.00 kg

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. CONCRETO (F'C=210KG/CM²) CEMENTO SOL TIPO I, CON 5% DE ADICIÓN DE CCA.

Tabla 13: *Características generales.*

Descripción	
Tipo de concreto	f'c = 210 kg/cm ²
Slump	3"– 4" (slump1.5")
Relación agua/cemento	0.60
Proporciones en diseño	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones en obra	1.0 : 2.38 : 2.92
Adición de 3% de CCA	2125.0 g. por bolsa de cemento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Cantidad de material por m³.

Descripción		
Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt
Adición de 3% de CCA	.....	16.67 kg

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. CONCRETO (F'C=210KG/CM²) CEMENTO SOL TIPO I, CON 7% DE ADICIÓN DE CCA.

Tabla 15: Características generales.

Descripción		
Tipo de concreto	.....	f'c = 210 kg/cm ²
Slump	.....	3" – 4" (slump 1")
Relación agua/cemento	.....	0.60
Proporciones en diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones en obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92
Adición de 3% de CCA	.....	29755.0 g. por bolsa de cemento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Cantidad por m³.

Descripción		
Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt
Adición de 3% de CCA	.....	23.33 kg

Fuente: Elaboración propia.

3.4. RESULTADOS DEL ESFUERZO A COMPRESIÓN.

3.4.1. Resultados a los 7 días de curado:

El diseño del esfuerzo a compresión es de 210 kg por centímetro cuadrado, con adición del 3%, 5% y 7% de CCA.

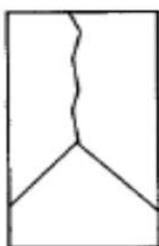
Tabla 17: Resistencia del esfuerzo a compresión a los 7 días de curado.

Nombre de espécimen	Tiempo de curado (días)	Fuerza aplicada en kn	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm ²	% F'c	D. Mayor
Patrón	7	118.71	2	150	71.43	
CCA 3%	7	121.97	3	154	73.33	
CCA 5%	7	130.67	3	165	78.57	
CCA 7%	7	122.82	2	155	73.81	165

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como tipo de falla 2 y 3, conforme se muestra en la figura 8.

2



3

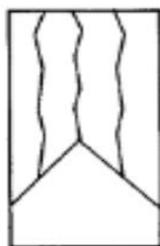


Figura 8. Tipo de falla 2 y 3.

Fuente: Laboratorio JCH.

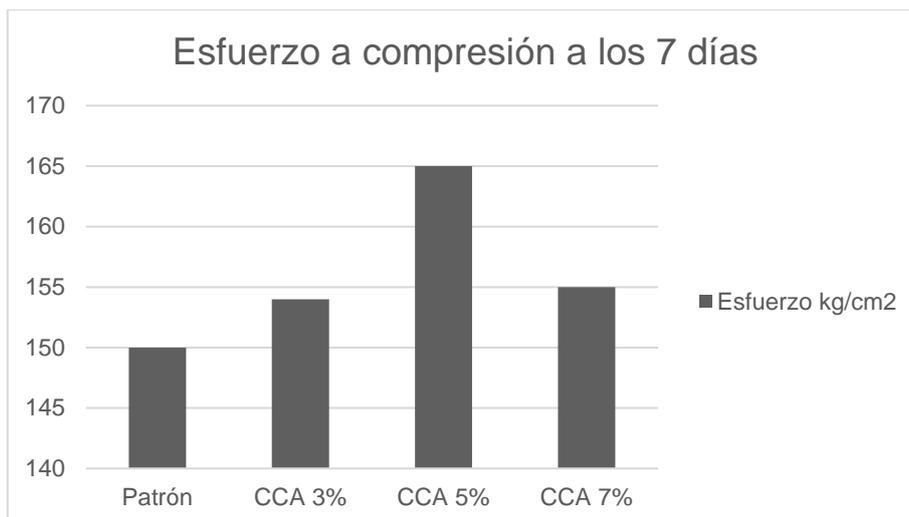


Gráfico 1. Esfuerzo a compresión a los 7 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Resultados a los 14 días de curado:

El diseño del esfuerzo a compresión es de 210 kg por centímetro cuadrado, con adición del 3%, 5% y 7% de CCA.

Tabla 18: Resistencia del esfuerzo a compresión a los 14 días de curado.

Nombre de espécimen	Tiempo de curado (días)	Fuerza aplicada en kn	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm2	% F'c	D. Mayor
Patrón	14	154.31	2	192	91.43	
CCA 3%	14	164.25	1	208	99.05	
CCA 5%	14	159.06	2	202	96.19	
CCA 7%	14	156.32	2	196	93.33	208

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como tipo de falla 1 y 2, conforme se muestra en la figura 9.

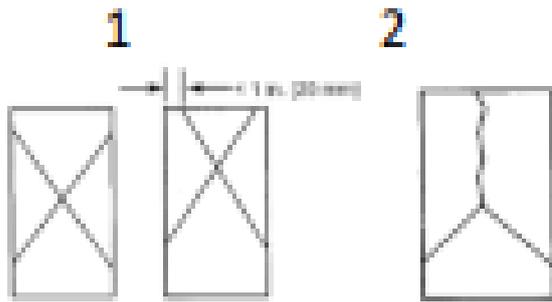


Figura 9. Tipo de falla 1 y 2.

Fuente: Laboratorio JCH.

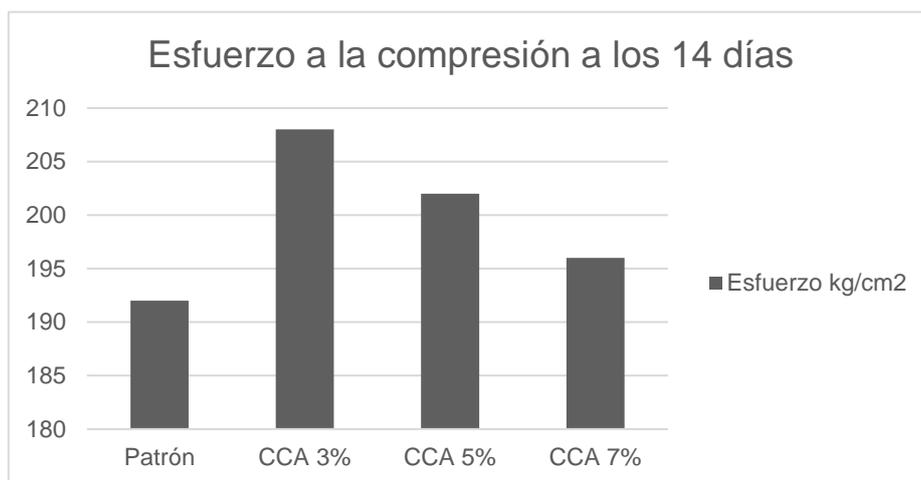


Gráfico 2. Esfuerzo a compresión a los 14 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Resultados a los 28 días de curado:

El diseño del esfuerzo a compresión es de 210 kg por centímetro cuadrado, con adición del 3%, 5% y 7% de CCA.

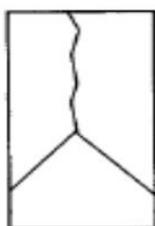
Tabla 19: Resistencia del esfuerzo a compresión a los 28 días de curado.

Nombre de espécimen	Tiempo de curado (días)	Fuerza aplicada en kn	Tipo de falla	Esfuerzo kg/cm ²	% F'c	D. Mayor
Patrón	28	163.34	2	206	98.1	
CCA 3%	28	177.9	2	225	107.14	
CCA 5%	28	174.35	3	221	105.24	
CCA 7%	28	169.47	2	214	101.9	225

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo como tipo de falla 2 y 3, conforme se muestra en la figura 10.

2



3

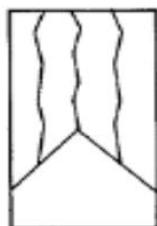


Figura 10. Tipo de falla 2 y 3.

Fuente: Laboratorio JCH.

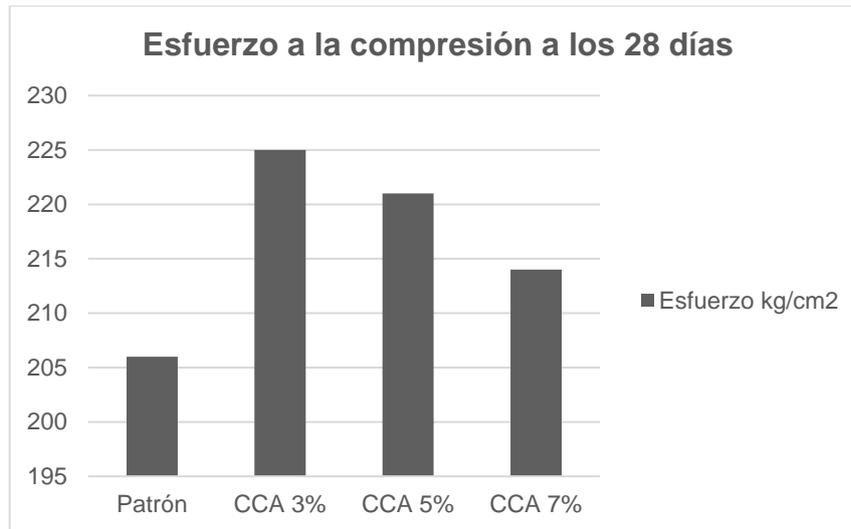


Gráfico 3. Esfuerzo a compresión a los 28 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. RESULTADOS DEL ESFUERZO A FLEXIÓN.

3.5.1. Resultados a los 7 días de curado:

El tipo de mezcla es concreto de 210 kg/cm² con adición del 3%, 5% y 7% de CCA. La viga se carga a los tercios del claro.

Tabla 20: Resistencia del esfuerzo a flexión a los 7 días de curado.

Identificación	Patrón	CCA 3%	CCA 5%	CCA 7%
Ancho (cm)	15.1	15.1	15.1	15.0
Largo (cm)	15.1	15.1	15.20	15.1
Altura (cm)	53.0	52.5	52.5	52.0
Distancia entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0
Carga (Kn)	16.81	17.57	19.15	15.72
Ubicación de falla	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.
Módulo de rotura Kg/cm ²	22.4	23.40	25.30	21.2

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo la falla dentro del tercio central, conforme se muestra en la figura 11.

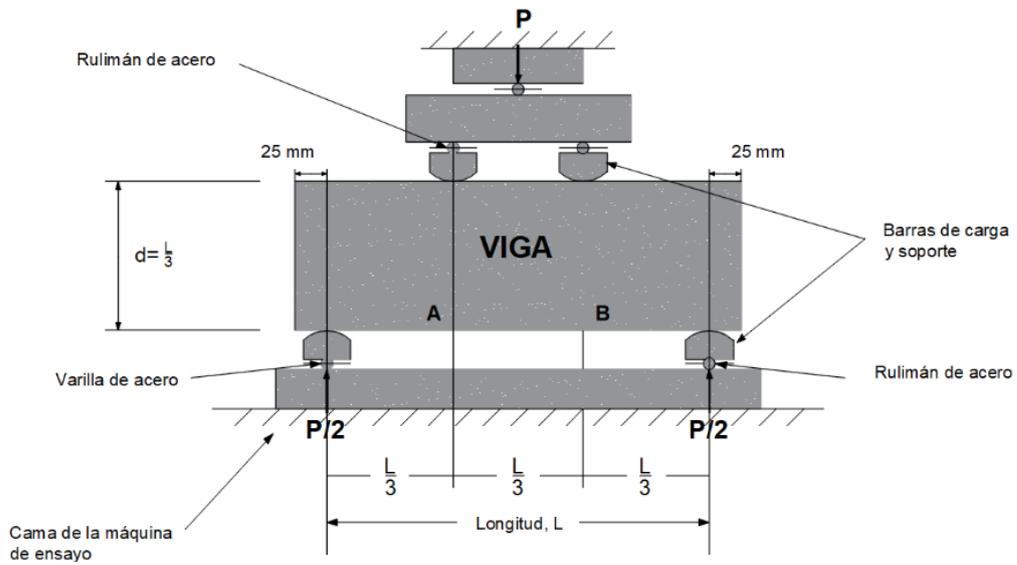


Figura 11. Falla en el tercio central.

Fuente: Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto.

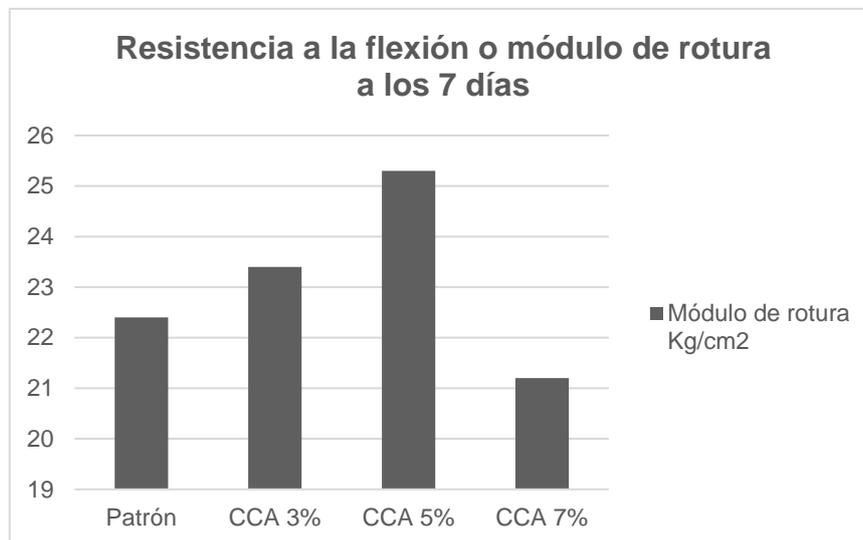


Gráfico 4. Esfuerzo a flexión a los 7 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Resultados a los 14 días de curado:

El tipo de mezcla es concreto de 210 kg/cm² con adición del 3%, 5% y 7% de CCA.
La viga se carga a los tercios del claro.

Tabla 21: Resistencia del esfuerzo a flexión a los 14 días de curado.

Identificación	Patrón	CCA 3%	CCA 5%	CCA 7%
Ancho (cm)	15.0	15.1	15.0	15.1
Largo (cm)	15.1	15.1	15.1	15.1
Altura (cm)	51.4	51.6	51.0	51.5
Distancia entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0
Carga (Kn)	18.11	20.02	21.46	17.49
Ubicación de falla	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.
Módulo de rotura Kg/cm ²	24.5	26.7	29.0	23.3

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo la falla dentro del tercio central, conforme se muestra en la figura 12.

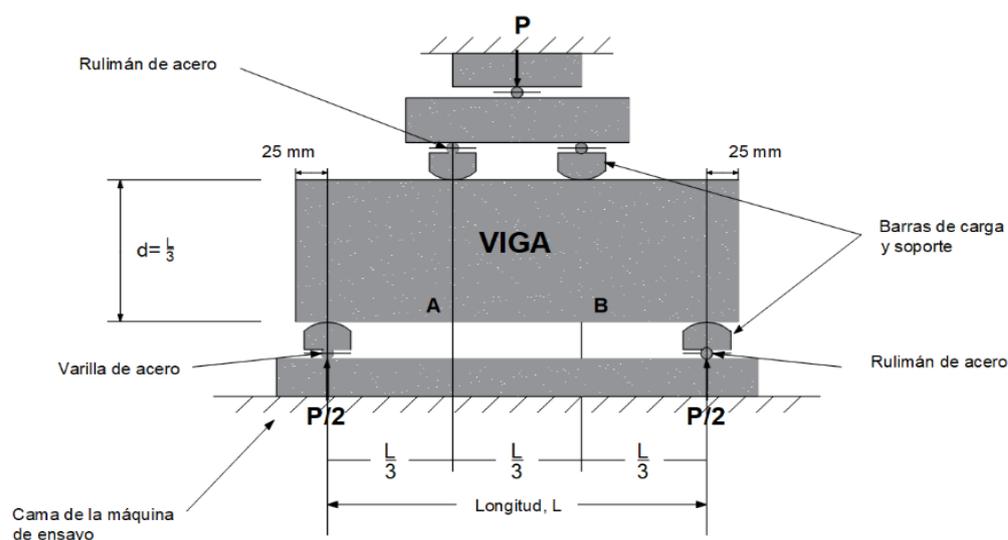


Figura 12. Falla en el tercio central.

Fuente: Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto.

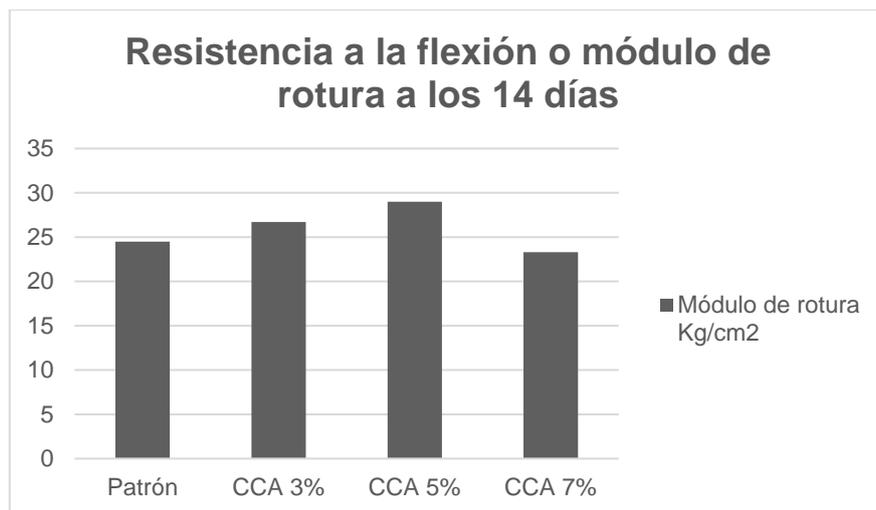


Gráfico 5. Esfuerzo a flexión a los 14 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Resultados a los 28 días de curado:

El tipo de mezcla es concreto de 210 kg/cm² con adición del 3%, 5% y 7% de CCA.

La viga se carga a los tercios del claro.

Tabla 22: Resistencia del esfuerzo a flexión a los 28 días de curado.

Identificación	Patrón	CCA 3%	CCA 5%	CCA 7%
Ancho (cm)	15.0	15.1	15.1	15.1
Largo (cm)	15.1	15.2	15.1	15.2
Altura (cm)	51.0	50.6	51.0	50.5
Distancia entre apoyos (cm)	45.0	45.0	45.0	45.0
Carga (Kn)	18.90	20.97	22.34	18.71
Ubicación de falla	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.	TERC. CENT.
Módulo de rotura Kg/cm ²	25.5	27.8	29.8	24.8

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo la falla dentro del tercio central, conforme se muestra en la figura 13.

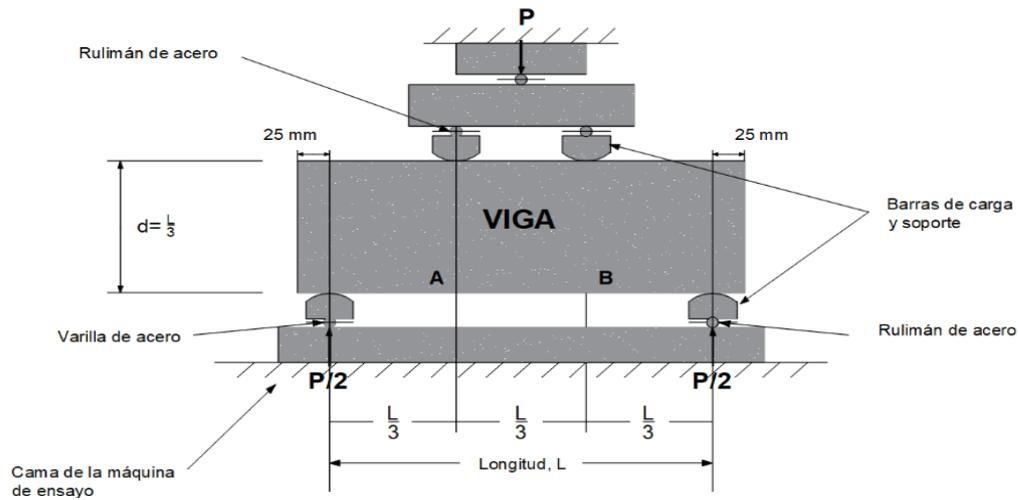


Figura 13. Falla en el tercio central.

Fuente: Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Concreto.

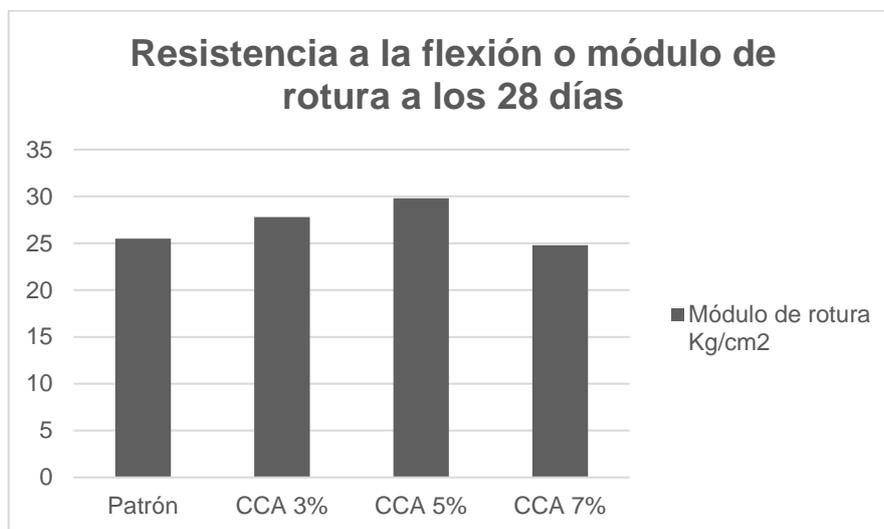


Gráfico 6. Esfuerzo a flexión a los 28 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. MODELADO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO EN ETABS:

Edificación aporricada de 03 pisos.

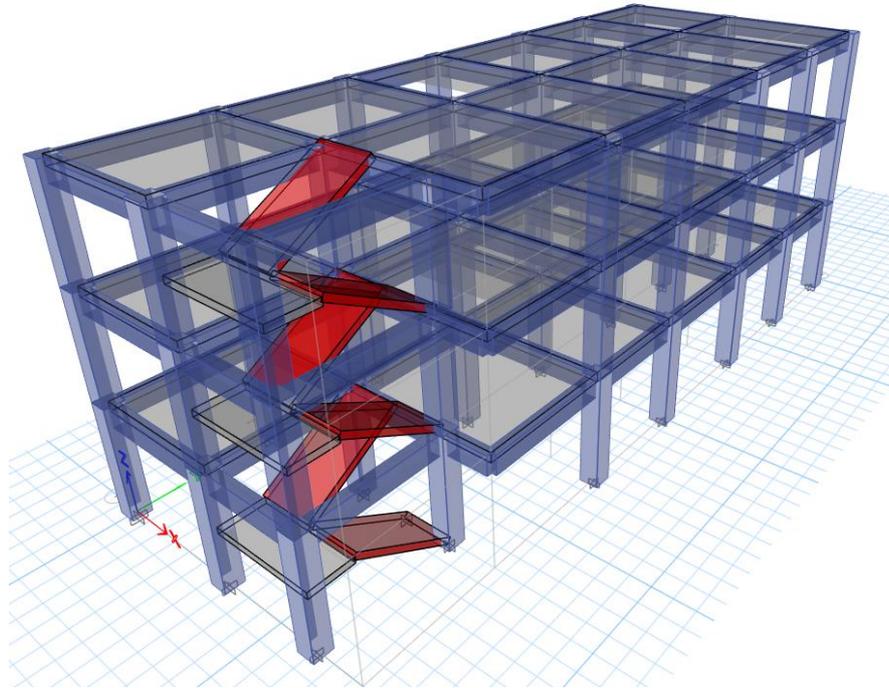


Figura 14. Vista 3D del modelado.

Fuente: Elaboración propia.

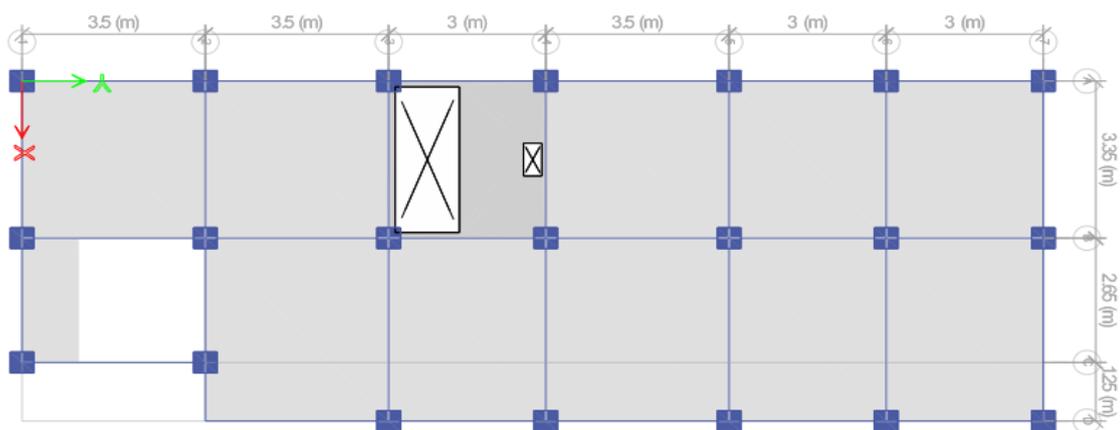


Figura 15. Vista en planta del modelado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Dimensiones de los elementos estructurales.

Medidas de las estructuras	
Columnas	C1: 0.45 x 0.45 m
Vigas	V1: 0.25 x 0.50 m
Losa maciza	e = 0.20 m

Fuente: Elaboración propia.

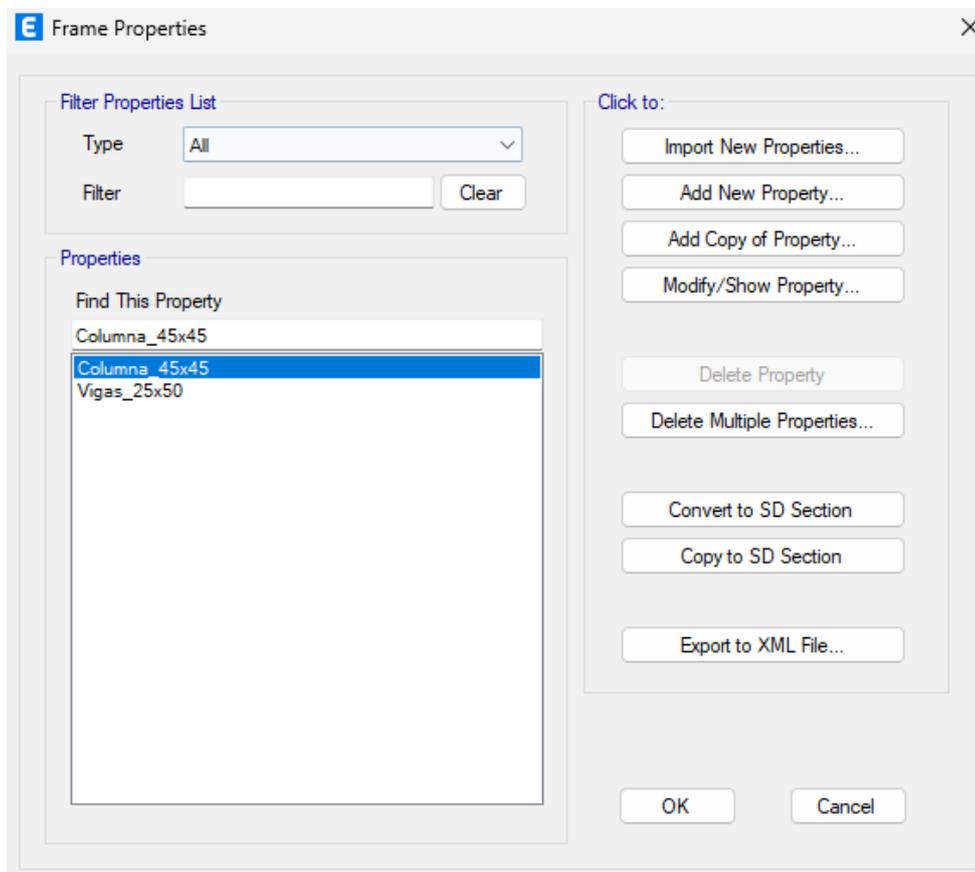


Figura 16. Definición de secciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Metrado de Cargas.

Tabla 24: *Medrado de carga muerta en losas del 1er y 2do piso.*

Carga Muerta	
Peso propio de losa	0 kg/m ²
Tabiquería móvil	100 kg/m ²
Acabados (piso terminado)	100 kg/m ²
Carga muerta (WD) =	200 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: *Medrado de carga viva en losas del 1er y 2do piso.*

Carga Viva (Uso: Oficina)	
Sobre carga (s/c)	250 kg/m ²
Carga muerta (WL) =	250 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: *Medrado de carga muerta en techo del tercer piso.*

Carga Muerta	
Peso propio de losa	0 kg/m ²
Acabados (piso terminado)	100 kg/m ²
Carga muerta (WD) =	100 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: *Medrado de carga viva en techo del tercer piso.*

Carga Viva del techo del tercer piso	
Peso propio de losa	0 kg/m ²
Carga viva en techo <= 3°	100 kg/m ²
Carga viva (WL) =	100 kg/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: *Medrado de carga de tabiquería en vigas.*

Carga distribuida de muro de tabiquería	
Ancho de muro	0.15 m
Altura de tabiquería	2.30 m
Peso específico de albañilería	1,800 kg/m ³
Carga distribuida =	621.00 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Asignación de Cargas.

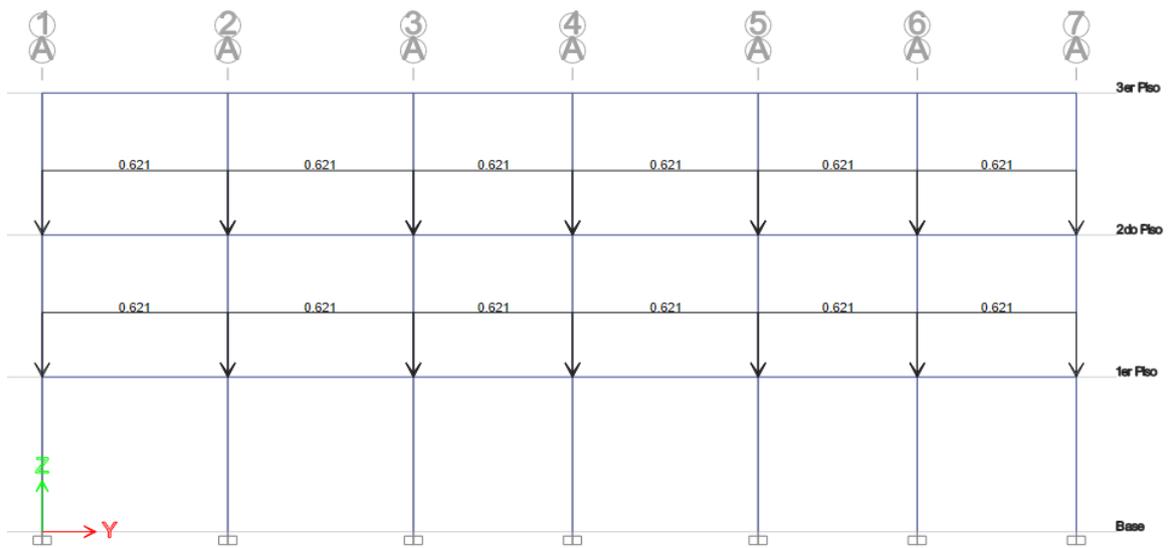


Figura 17. Asignación de cargas de las tabiquerías sobre las vigas.

Fuente: Elaboración propia.

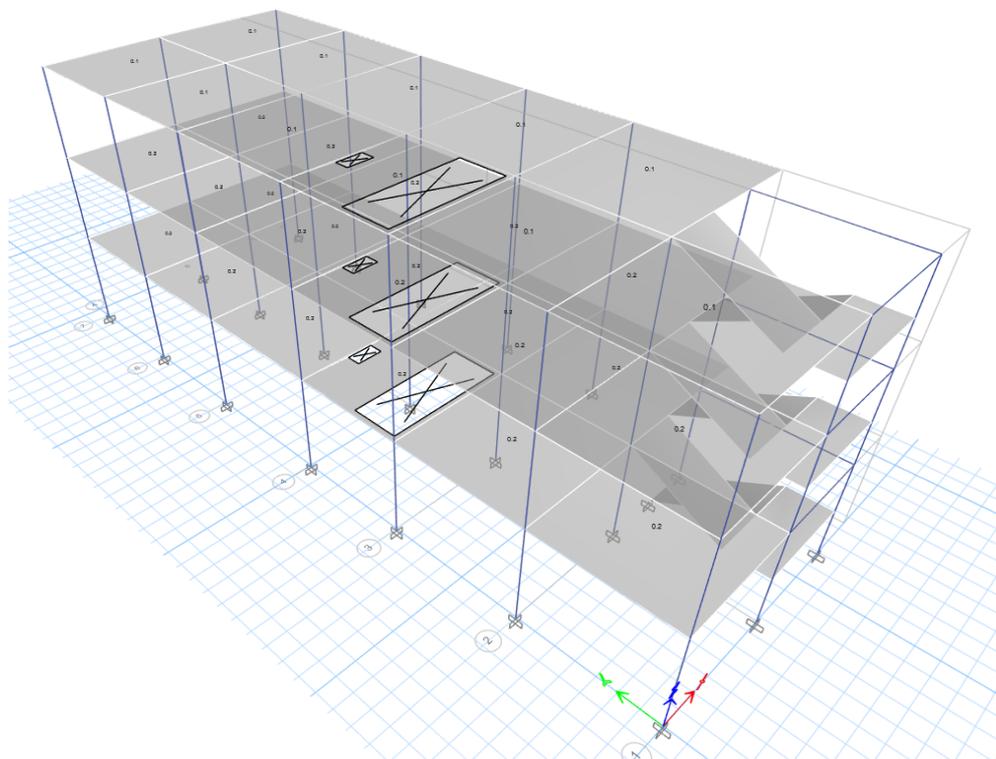


Figura 18. Asignación de cargas en losas.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Análisis Sísmico Estático.

Tabla 29: Análisis sísmico estático en X.

Análisis sísmico estático en X		
MODO: TX	=	0.405 seg.
Z	=	0.45
S	=	1.05
TP	=	0.6
TL	=	2.0
U	=	1
C	=	2.5
Coeficiente Básico R_0	=	8
Coeficiente de Reducción de Fuerzas: $R=R_0 \times I_a \times I_p$	=	8
I_a	=	1
I_p	=	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Análisis sísmico estático en Y.

Análisis sísmico estático en Y		
MODO: TX	=	0.236 seg.
Z	=	0.45
S	=	1.05
TP	=	0.6
TL	=	2.0
U	=	1
C	=	2.5
Coeficiente Básico R_0	=	8
Coeficiente de Reducción de Fuerzas: $R=R_0 \times I_a \times I_p$	=	8
I_a	=	1
I_p	=	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Masa participativa y periodo.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	RY	RZ
Modal	1	0.405	0.7495	0.00001635	0	0.7495	0.0844	0.1821
Modal	2	0.236	0.0007	0.9045	0	0.7503	0.0005	0.0051
Modal	3	0.231	0.1688	0.0058	0	0.919	0.0302	0.7308
Modal	4	0.136	0.0586	0.0001	0	0.9777	0.7173	0.0093
Modal	5	0.088	0.0057	0.0001	0	0.9834	0.0101	0.0025
Modal	6	0.08	0.0152	0.0005	0	0.9986	0.1539	0.0629
Modal	7	0.078	0.0001	0.0777	0	0.9987	0.0006	0.0005
Modal	8	0.053	0.0013	0.0001	0	1	0.0029	0.0068
Modal	9	0.048	2.00E-05	0.0112	0	1	0.0001	0.0001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Peso de la edificación.

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	Peso por Piso tonf-m
3er Piso	Peso_de_edificio	Combination	Bottom	149.9	1525.75	-527.8083	149.8998
2do Piso	Peso_de_edificio	Combination	Bottom	334.035	3445.846	-1133.69	184.1354
1er Piso	Peso_de_edificio	Combination	Bottom	520.791	5391.615	-1748.619	186.7556
						Peso Total	520.7908

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4. Análisis Sísmico Dinámico.

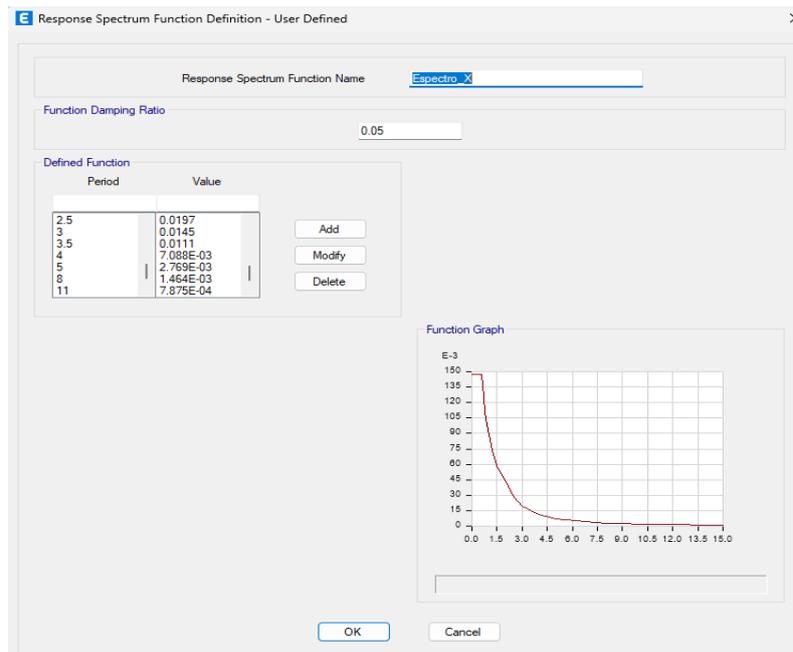


Figura 19. Definición de espectro de respuesta en "X".

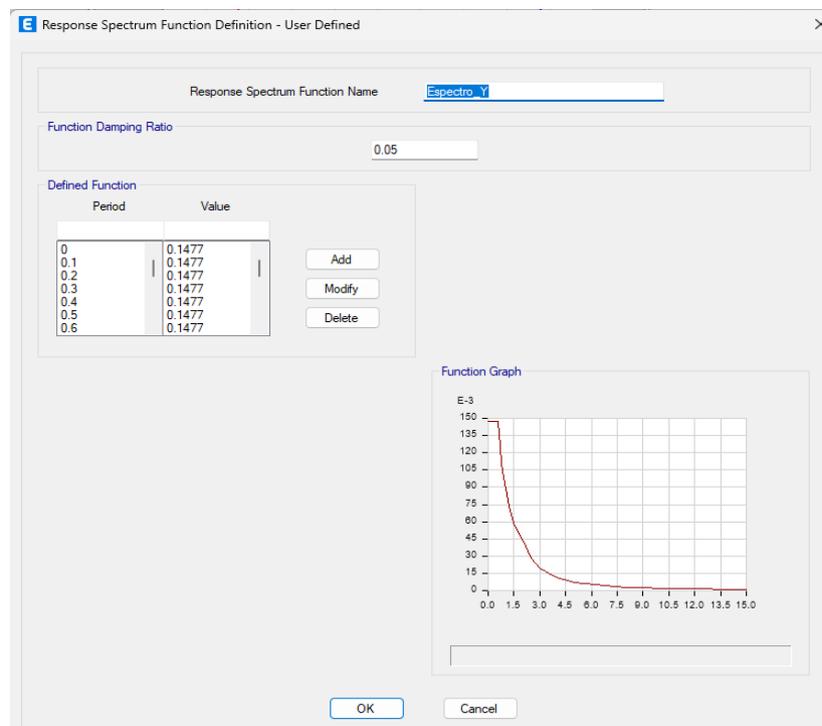


Figura 20. Definición de espectro de respuesta en "X".

3.6.5. Cálculo de la fuerza cortante de Basal en X y Y:

Coeficiente sísmico se determina por la siguiente fórmula:

$$V_E = \frac{Z * U * C * S}{R} = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{8} = 0.1477$$

Cortante de Basal se determina por la siguiente fórmula:

$$V_E = \frac{Z * U * C * S}{R} * P = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.05}{8} * 520.7908 = 76.90 \text{ ton}$$

Para T menor o igual a 0.50 seg. : **K =1**

3.7. RESULTADOS DE LOS DESPLAZAMIENTOS LATERALES.

“Los resultados de los cálculos lineales y elásticos con tensiones sísmicas reducidas se multiplican por 0,75 R para determinar los desplazamientos laterales de las estructuras regulares.”, tal y como lo indica la Norma E.030, artículo 31, según El RNE (2018).

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Figura 21. Límites máximos para los desplazamientos.

Fuente: R.N.E.

Comparación de resultados de desplazamientos, respecto al análisis ESTÁTICO en "X".

Del concreto Patrón (F'C=210kg/cm²):

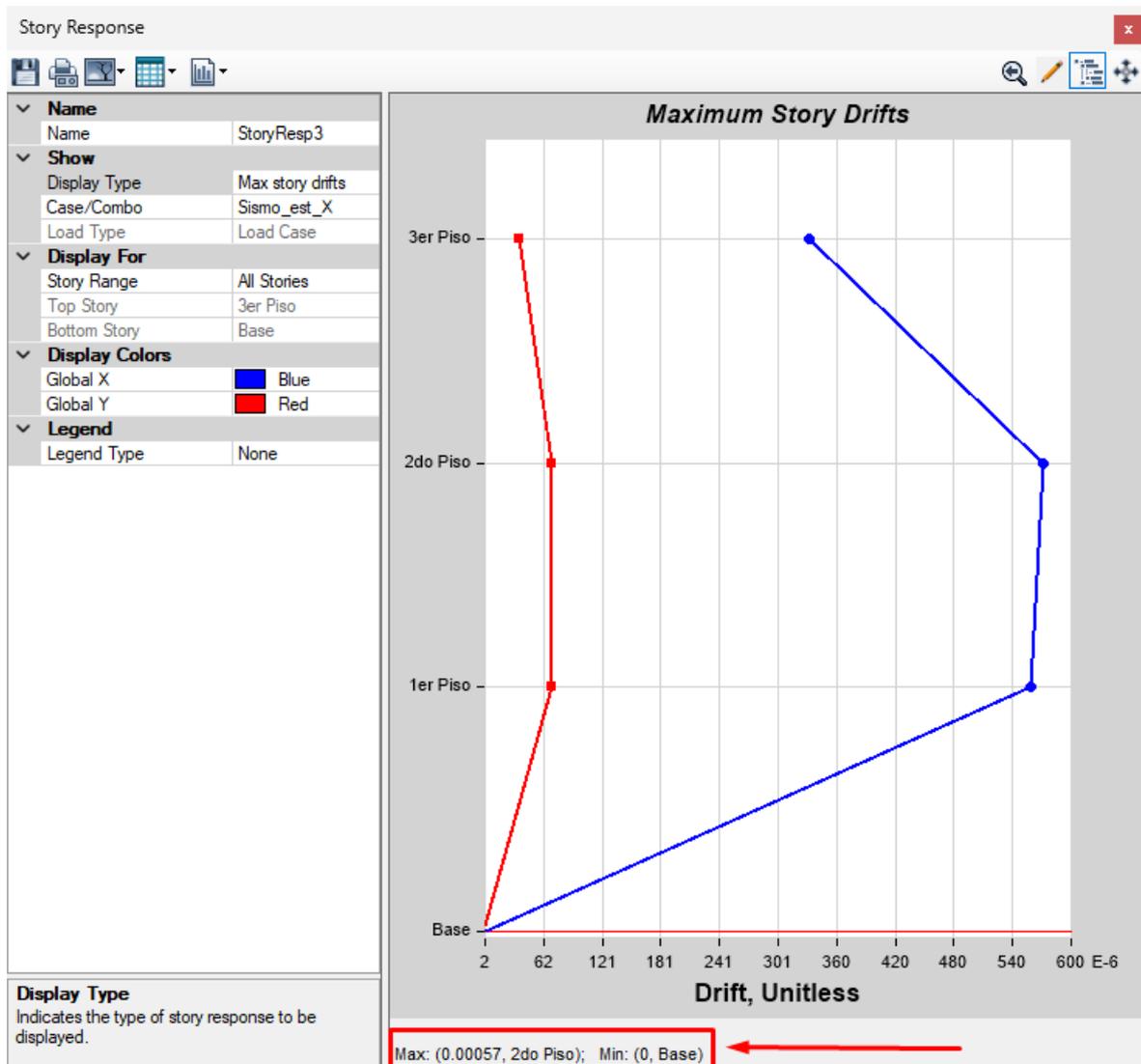


Figura 22. Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.00057.

Cálculo de desplazamiento lateral en "X":

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.00057 = 0.00342$$

$$0.00342 < 0.007, \text{ Si Cumple!}$$

Del concreto con adición del porcentaje óptimo (3% de CCA)

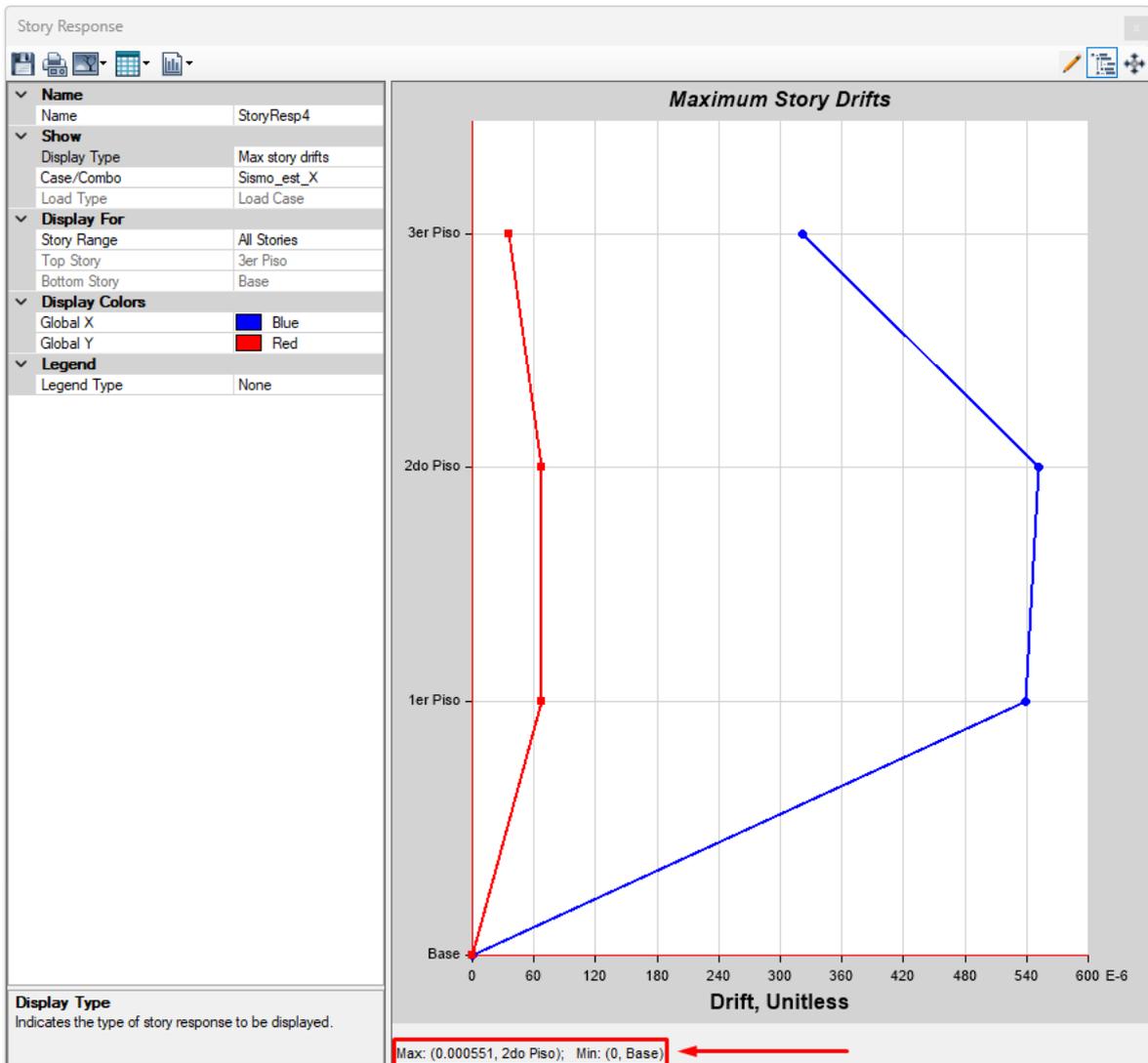


Figura 23. Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000551.

Cálculo de desplazamiento lateral en “X”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000551 = \mathbf{0.003306}$$

$$0.003306 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Comparación de resultados de desplazamientos, respecto al análisis ESTÁTICO en “Y”.

Del concreto Patrón (F’C=210kg/cm²):

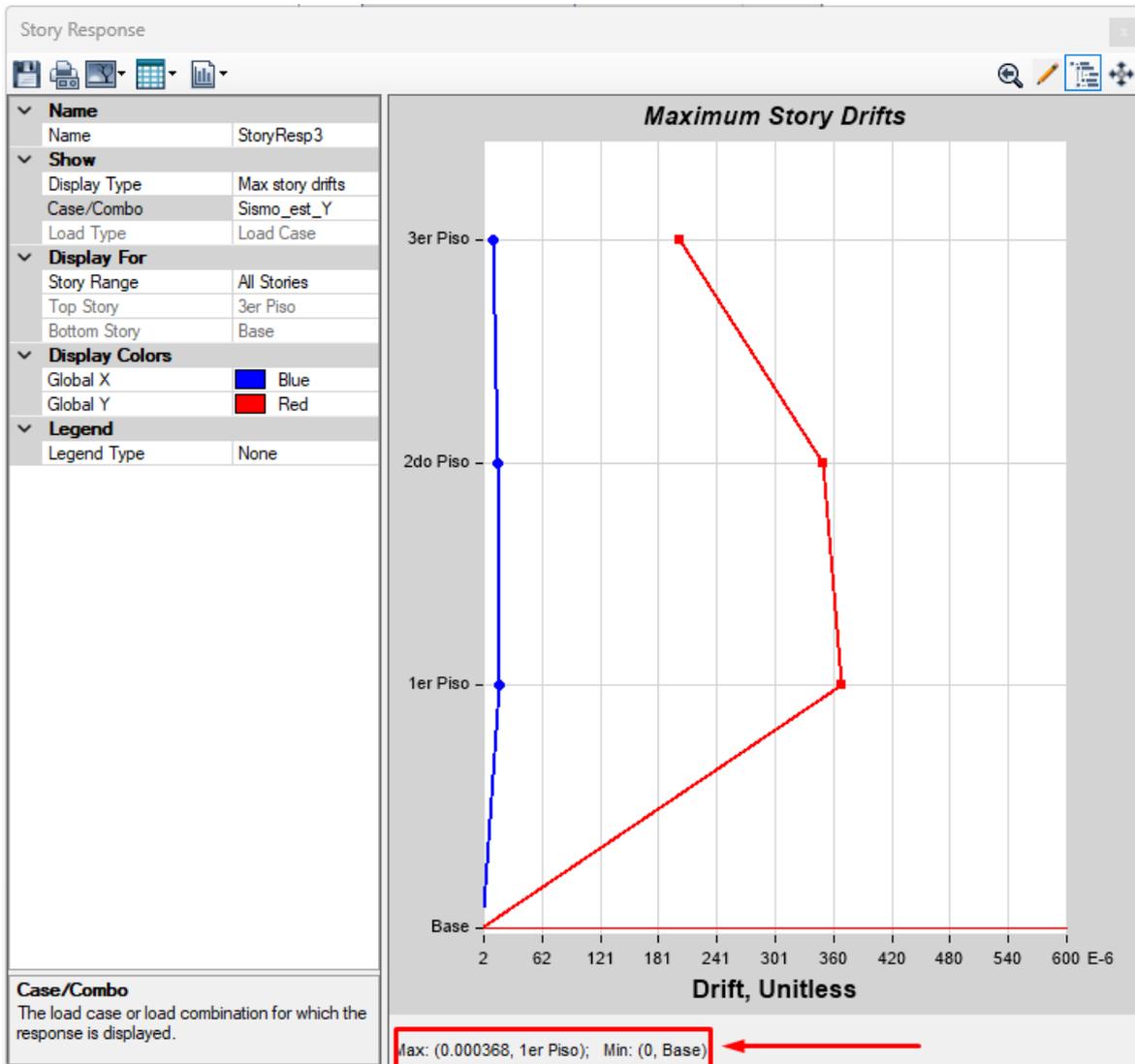


Figura 24. Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000368.

Cálculo de desplazamiento lateral en “Y”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000368 = \mathbf{0.002208}$$

$$0.002208 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Del concreto con adición del porcentaje óptimo (3% de CCA)

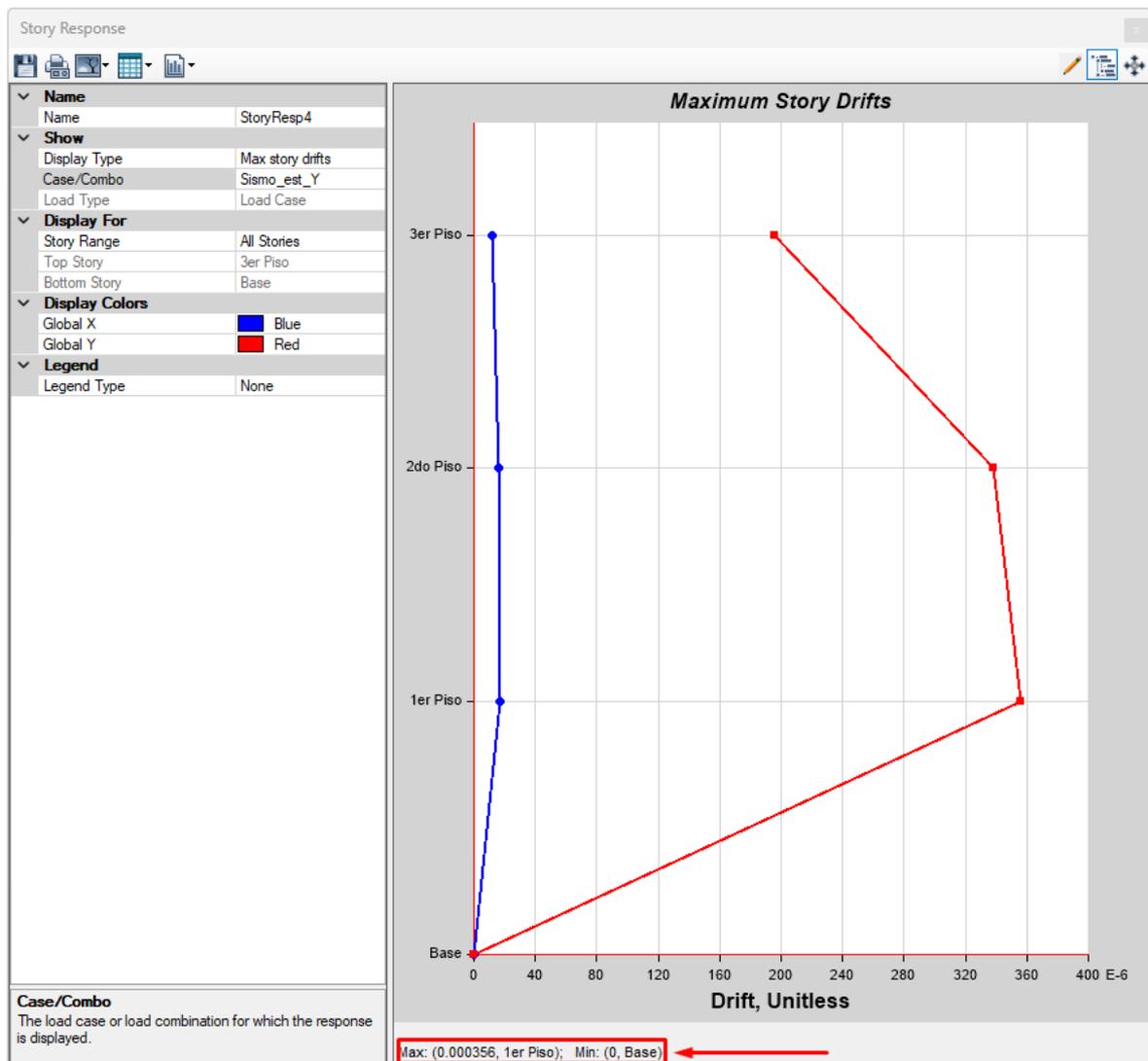


Figura 25. Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000356.

Cálculo de desplazamiento lateral en “Y”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000356 = \mathbf{0.002136}$$

$$0.002136 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Comparación de resultados de desplazamientos, respecto al análisis DINÁMICO en “X”.

Del concreto Patrón (F’C=210kg/cm²):

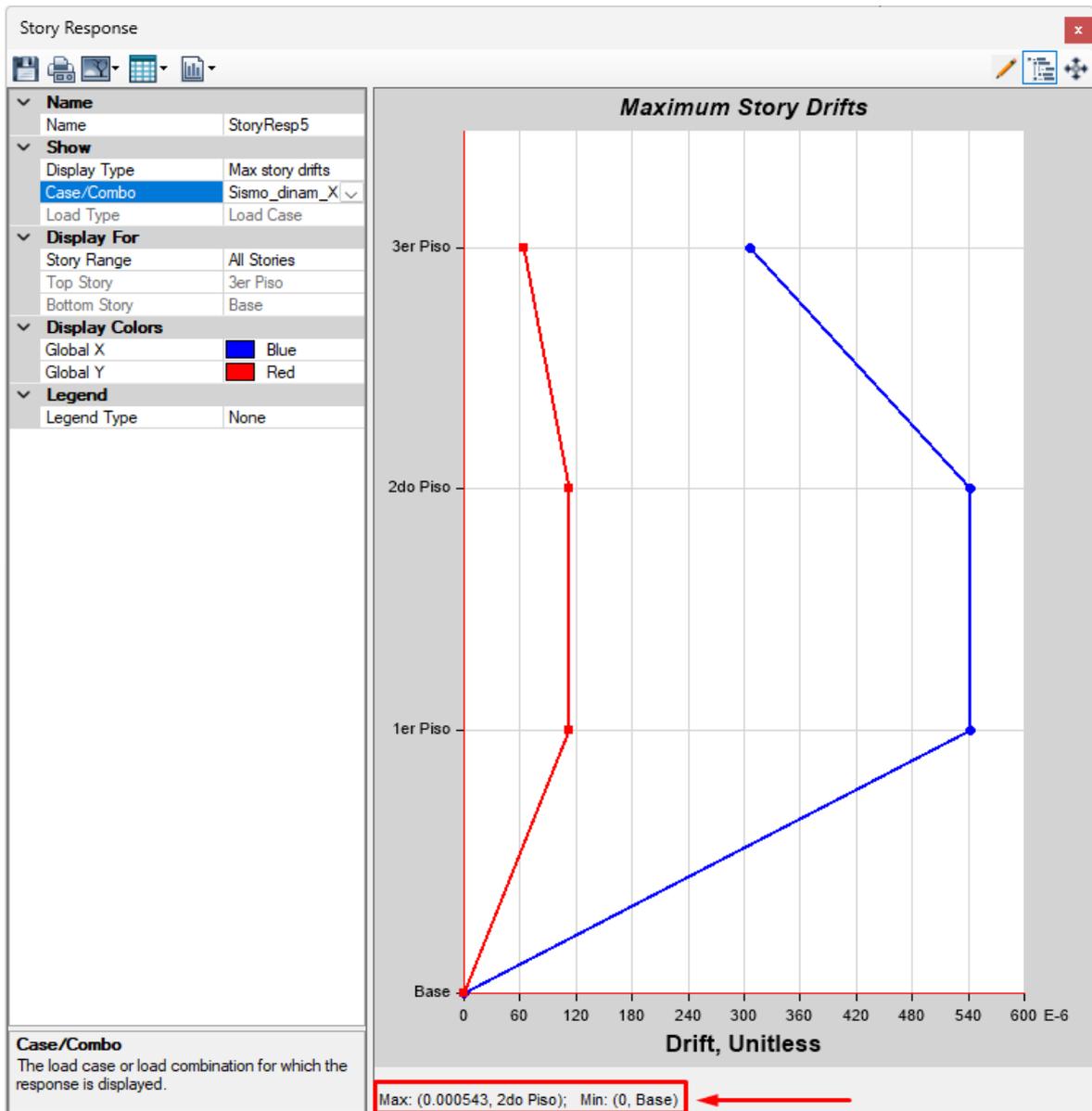


Figura 26. Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000543.

Cálculo de desplazamiento lateral en “X”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000543 = \mathbf{0.003258}$$

$$0.003258 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Del concreto con adición del porcentaje óptimo (3% de CCA)

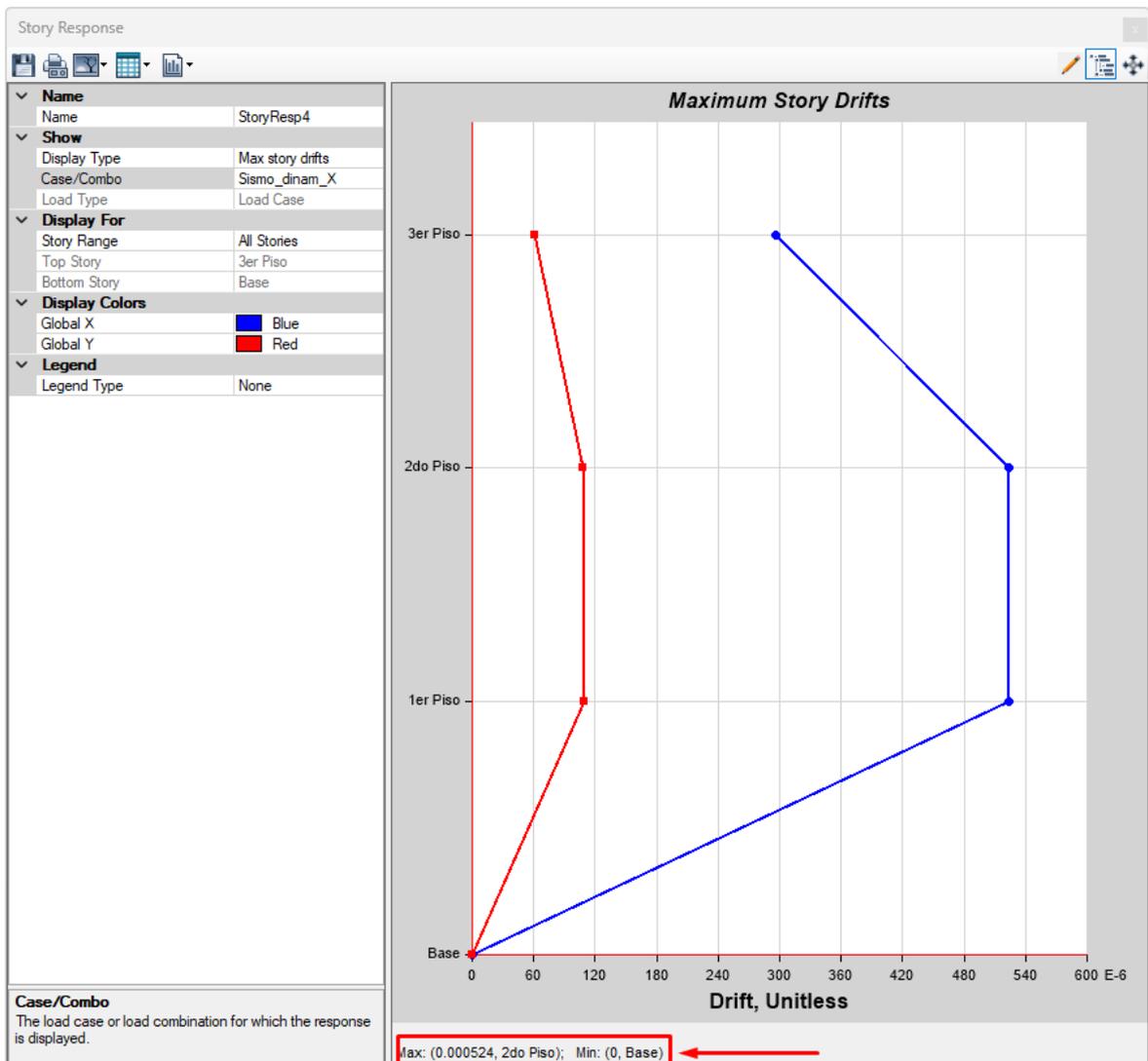


Figura 27. Se muestra la deriva máxima, en el segundo piso de 0.000524.

Cálculo de la Deriva Máxima en “X”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000524 = \mathbf{0.003144}$$

$$0.003144 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Comparación de resultados de desplazamientos, respecto al análisis DINÁMICO en “Y”.

Del concreto Patrón (F’C=210kg/cm²):

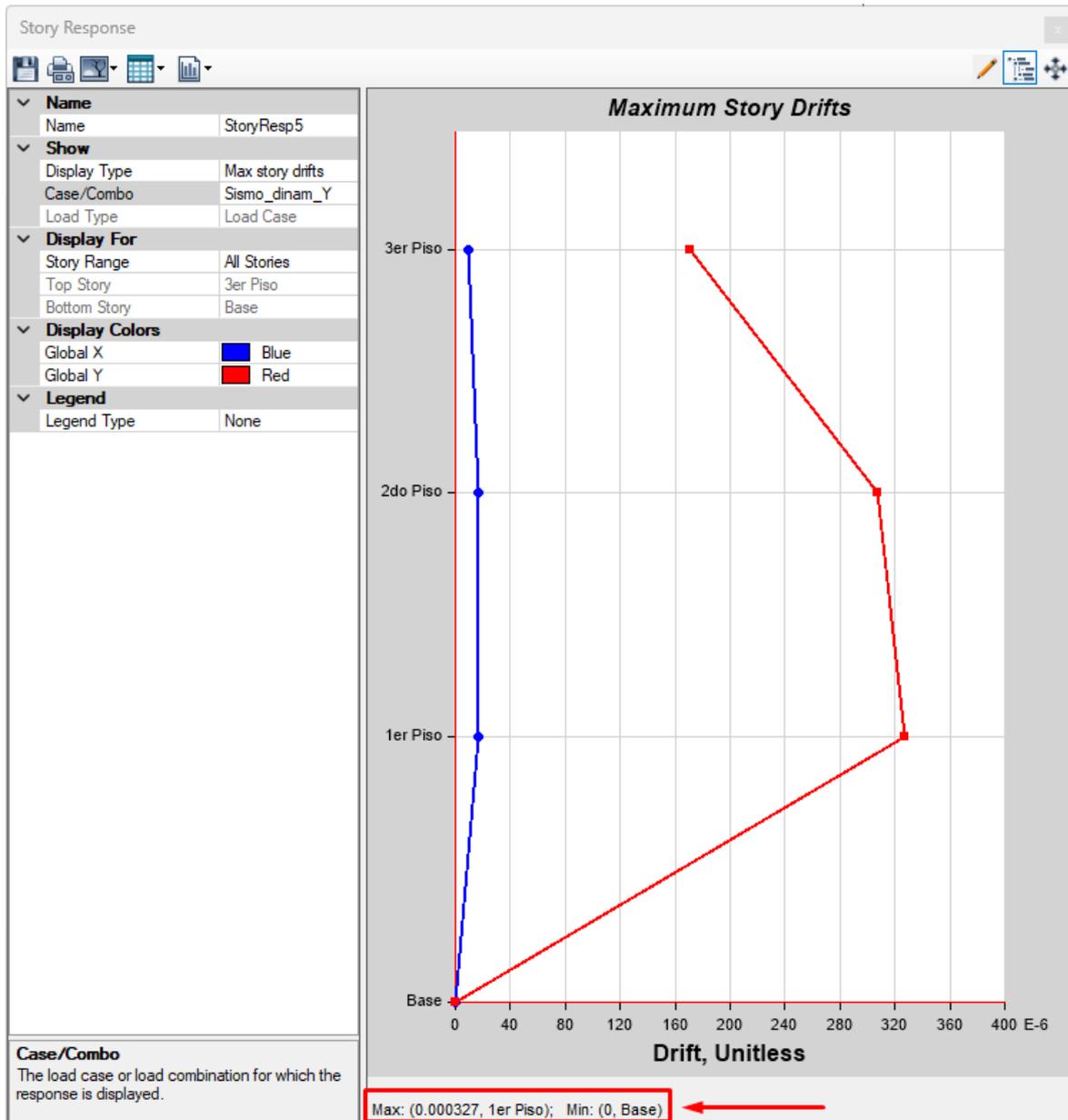


Figura 28. Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000327.

Cálculo de desplazamiento lateral en “Y”:

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000327 = \mathbf{0.001962}$$

$$0.001962 < 0.007; \mathbf{Si\ Cumple!}$$

Del concreto con adición del porcentaje óptimo (3% de CCA)

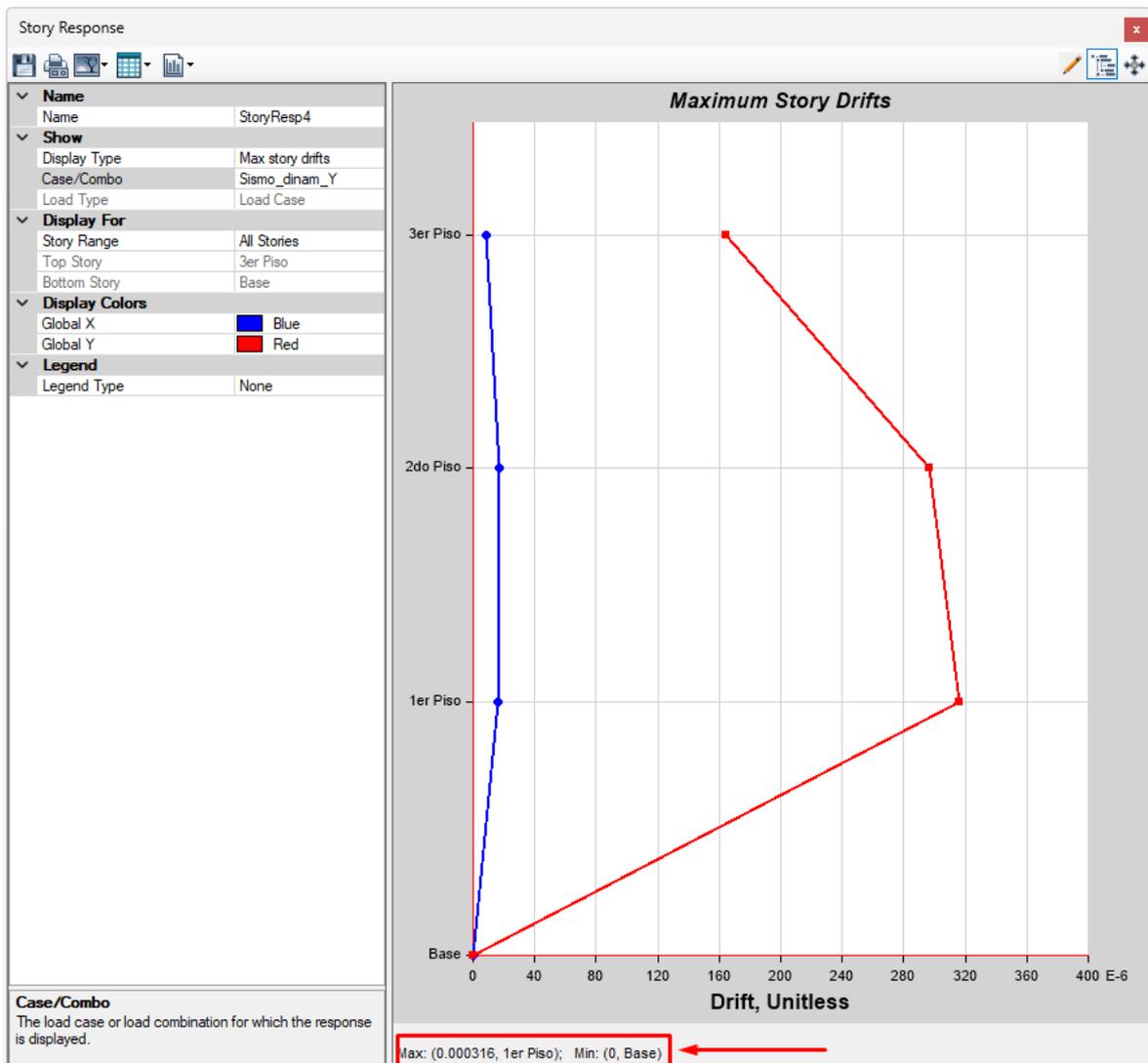


Figura 29. Se muestra la deriva máxima, en el primer piso de 0.000316.

Cálculo de desplazamiento lateral en "Y":

$$0.75 \cdot 8 \cdot 0.000316 = \mathbf{0.001896}$$

0.001896 < 0.007; **Si Cumple!**

IV. DISCUSIÓN

El uso de ceniza de cáscara de arroz (CCA) mejora las propiedades del concreto, según datos obtenidos de los ensayos. Tras 28 días las mezclas que contenían un 3% de CCA presentaron un $F'c = 225 \text{ kg/cm}^2$, lo que representa un aumento significativo comparado con las mezclas sin adición de CCA. Este hallazgo confirma que la incorporación de CCA actúa como un aditivo que mejora las propiedades mecánicas del concreto. Este resultado es consistente con los hallazgos de Celis y García (2023), quienes encontraron que la adición de CCA en un 5% mejoraba la resistencia a la compresión del concreto en Tarapoto.

En los ensayos de flexión, se observó que la resistencia del concreto se incrementa con la inclusión de CCA, siendo el 5% la proporción óptima, obteniendo un $F'c=29.80 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días. Estos resultados son consistentes con los estudios de Campos y Hoyos (2022), que indicaron mejoras significativas en la resistencia a la flexión con la adición de hasta un 5% de CCA.

El modelamiento estructural de la edificación aporticada de tres niveles, utilizando el software ETABS y basado en los resultados de resistencia obtenidos del laboratorio, mostró que la sustitución de un 3% de CCA en el concreto permite cumplir con los desplazamientos máximos permitidos entre pisos según la norma E030. Esto indica que la edificación es regular en elevación y planta, sin presentar vulnerabilidad sísmica significativa. Así mismo, la adición de CCA contribuye a una mayor rigidez y capacidad de carga de la estructura. Estos hallazgos están en concordancia con el estudio de Gutiérrez y Ochochoque (2022), quienes demostraron que la inclusión de un 5% de CCA en el concreto optimizó la resistencia a la compresión y mejoró las condiciones estructurales y sismorresistentes de edificaciones aporticadas de cinco niveles.

Estos resultados respaldan la viabilidad técnica de utilizar CCA como un aditivo sostenible que no solo eleva las propiedades mecánicas del concreto, sino que también contribuye a una mejor respuesta estructural bajo cargas sísmicas.

V. CONCLUSIONES

1. Los mejores resultados de la prueba de compresión se obtuvieron después de los tiempos especificados para cada probeta con adición de CCA, y fueron los siguientes: a los 7 días, el 5% de las muestras tenían $F'c=165\text{kg/cm}^2$, a los 14 días, el 3% tenían un $F'c=208\text{kg/cm}^2$, y a los 28 días, el 3% tenían un $F'c=225\text{kg/cm}^2$. En conclusión, la resistencia a compresión obtenida, demostraron que la CCA mejoró su resistencia a los 28 días, siendo el porcentaje óptimo de incorporación 3%, logrando llegar a un $F'c=225\text{kg/cm}^2$.
2. Se determinó la resistencia a la flexión de las vigas a los 28 días. El concreto estándar tuvo una resistencia de 25.50 kg/cm^2 , el concreto con una adición del 3% de CCA tuvo una resistencia de 27.80 kg/cm^2 , con una adición del 5% de CCA tuvo una resistencia de 29.80 kg/cm^2 , y con una adición del 7% de CCA tuvo una resistencia de 24.80 kg/cm^2 . Basándose en estos resultados, puede concluirse que el CCA aumenta la resistencia a flexión de las vigas, siendo el porcentaje óptimo el 5%, lo que resulta una resistencia de 29.80 kg/cm^2 .
3. A partir de los resultados del análisis estructural y sísmico, realizado mediante modelado en el programa Etabs, se ha demostrado que la edificación se ajusta al desplazamiento máximo permitido entre plantas, que es inferior a 0,007. Asimismo, se compararon los desplazamientos entre el concreto patrón y el concreto con un 3% de CCA, mostrando que este último presenta menores desplazamientos. Esto permite concluir que, añadiendo un 3% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) al hormigón, el edificio de tres plantas con estructura de pórtico no ofrece riesgo sísmico en ninguna dirección. Esto demuestra que la adición de CCA puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, aumentando la rigidez de la estructura y su capacidad de carga.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable adicionar cenizas de cáscara de arroz (CCA) en las mezclas de concreto, particularmente en proporciones del 3% y 5%, ya que los resultados muestran mejoras significativas en la resistencia a la compresión y flexión. Esta práctica no solo mejorará las propiedades mecánicas del concreto, sino que también contribuirá a la sostenibilidad ambiental al reducir los residuos agroindustriales y disminuir la dependencia del cemento Portland.
2. Se sugiere realizar estudios adicionales que evalúen cómo se comporta el concreto con CCA a largo plazo, considerando diferentes condiciones ambientales y de carga. Esto incluiría pruebas de durabilidad, resistencia al fuego y comportamiento frente a agentes químicos, para asegurar la viabilidad y confiabilidad del material en diversas aplicaciones.
3. Se recomienda a futuros investigadores llevar a cabo estudios detallados para identificar el diseño óptimo mediante la variación de los porcentajes de sustitución de CCA. Es esencial explorar diversas proporciones de CCA para identificar la mezcla que maximice la resistencia a la compresión y otras propiedades mecánicas del concreto. También deben investigarse nuevas aplicaciones de la CCA en diferentes estructuras, evaluando su durabilidad y comportamiento en condiciones ambientales adversas, así como considerar el costo-beneficio y el impacto ecológico de su uso en la construcción.
4. En relación con el análisis estructural de edificaciones utilizando ceniza de cascarilla de arroz, es fundamental contar con un conocimiento sólido del R.N.E. (E030 y E060). Esto proporcionará un criterio más sólido para el modelado y diseño de la estructura, así como interpretar adecuadamente los resultados proporcionados por el software ETABS. Finalmente, se sugiere reevaluar y ajustar el modelo estructural según sea necesario para asegurar la seguridad y estabilidad de la estructura.

REFERENCIAS

- ANALISIS del tamaño y la participación del mercado de arroz de América del Sur: tendencias y pronósticos de crecimiento (2023 - 2028). [en línea]. [s.l.]: Mordor Intelligence. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2023]. Disponible en <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/south-america-rice-market>
- AVANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 2ª ed. Editorial San Marcos E.I.R.L., 2009, 242 pp. ISBN: 9786123020606.
- AYALA, Fernando y VARGAS, Nayeli. Adición ceniza de cáscara de arroz en la resistencia del concreto usado en pavimento rígido en Piura, 2023. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/125434>
- CAMARGO-PÉREZ, Nelson, ABELLÁN-GARCÍA, Joaquín, y FUENTES, Luis. Use of rice husk ash as a supplementary cementitious material in concrete mix for road pavements. Journal Of Materials Research And Technology/Journal Of Materials Research And Technology, 2(2): 33-38, julio 2023.
- CAMARGO, Nelson. La ceniza de cascarilla del arroz como aporte a la resistencia del concreto hidráulico. Revista Orinoquia, 2: 6167-6182, enero 2017.
- CAMPOS, Mikel y HOYOS, Edduar. Uso de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto $f'c=280$ kg/cm². Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92829>
- CAPCHA, Edén. Modelamiento por elemento finitos: Ingeniería de Estructuras-Análisis no lineales [en línea]. Eden Capcha Ingeniería. 17 de

enero de 2017. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2024]. Disponible en: <https://ceaingenieria.blogspot.com/2017/01/comportamiento-estructural.html>

- CARACTERIZACIÓN preliminar de la ceniza de cáscara de arroz de la provincia Manabí, Ecuador, para su empleo en hormigones por César Jarre [et al.]. Revista Técnica De La Facultad De Ingeniería de la Universidad Del Zulia, 44(1): 44-50. octubre 2020.
- CASTRO, John, GÓMEZ, Leidy, y CAMARGO, Esperanza. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. Tecnura, 27(75): 140-147, septiembre 2022.
- CELIZ, Carlos y GARCIA, Nehemias. Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2023. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/125919>
- CORONEL, Yan, ALTAMIRANO, Luis y MUÑOZ, Sócrates. Cenizas y fibras utilizadas en la elaboración de concreto ecológico: una revisión de la literatura. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 25(49): 321-329, enero 2017.
- CORREA, Yheral y MAZA, Jose. Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto $F'c 280 \text{ kg/cm}^2$, Lambayeque. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/129105>
- DIGITAL Content. IAN (versión del 1 de marzo) [Modelo de lenguaje generativo]. Julio de 2024. <https://www.ebooks7-24.com:443/>

- DISEÑOS de investigación experimental aplicados a las ciencias sociales por Manuel Chenet [*et al.*]. 1ª ed. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, 2022. 95 pp. ISBN: 9789942914941
- HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 3ª ed. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002, 683 pp. ISBN: 9789972421846.
- HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México. McGrawHill/interamericana, 2014. 600 pp. ISBN: 9781456223960
- HIBBELER, Russel. Análisis estructural. 8ª ed. Pearson Educacion S. A. 2012, 695 pp. ISBN: 9786073210621
- GUTIERREZ, Cristian y OCHOCHOQUE, Luis. Diseño del concreto incorporando ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia en una edificación, Avenida Central Lima -2022. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/132828>
- INFLUENCE of rice husk ash as a partial replacement for cement used in the manufacture of concrete: a literature review por Boris Oblitas [*et al.*]. ITECKNE, 20(1): 58-67, octubre 2022.
- KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix y PANARESE, William. Design and Control of Concrete Mixtures. 14ª ed. Portland Cement Association, 2002, 358. pp. ISBN: 2001007603.
- MATA LLANA, Ricardo. El Concreto Fundamentos y Nuevas Tecnologías. Primera edición. Compañía Colombiana de Cerámica. 1ª ed. 2019, 266 pp. ISBN: 9789585749740
- MONTERO, Segundo. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo”. Tesis (para

- optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8066>
- PARTIAL replacement of cement with rice husk ash in concrete production: an exploratory cost–benefit analysis for low-income communities por Franco Muleya [*et al.*]. *Engineering Management in Production and Services*, 13(3): 127-141, agosto 2021.
 - PRODUCCIÓN de hormigón verde a partir de ceniza de cascarilla de arroz y residuos de vidrio como sustitutos del cemento por Andrés Rúa [*et al.*]. *Revista ION*, 35(2): 101–109, noviembre 2022.
 - RICE Husk Ash in Concrete por Solomon Endale [*et al.*]. *Sustainability*, 15(1): 137, diciembre 2022.
 - SATHE, Sandeep, ZAIN KANGDA, Mohd y DANDIN, Shahbaz. An experimental study on rice husk ash concrete. *Materials Today: Proceedings*, 77(3): 724-728, diciembre 2022.
 - TORRES, Juan. Aplicación de la ceniza de cascara de arroz en las propiedades del concreto de $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2021. Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87530>
 - VARGAS, Julio. Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto usando ceniza de cascarilla de arroz (CCA). Tesis (para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11145>

ANEXOS.

Fotografías de los ensayos.



Foto 01: Se muestra las cenizas de cáscara de arroz en porcentajes de 7%, 5% y 3%.



Foto 02: Dosificación para mezcla de concreto.



Foto 03: Ceniza de cáscara de arroz previa adición al concreto.



Foto 04: Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto.



Foto 05: Ensayo de consistencia del concreto, con adición del 5% CCA.



Foto 06: Determinación del contenido de aire del concreto con el 7% de adición de CCA.



Foto 07: Vaciado de 36 probetas



Foto 08: Vaciado 12 viguetas.



Foto 09: Rotura de probetas.



Foto 10: Rotura de viguetas.



Foto 11: Rotura de especímenes de concreto a los 7 días



Foto 12: Rotura de especímenes de concreto a los 28 días

INFORME No. : JCH 24-097

SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO

PROYECTO : ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024

UBICACION : LAMBAYEQUE, PERÚ

FECHA : JUNIO DEL 2024

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

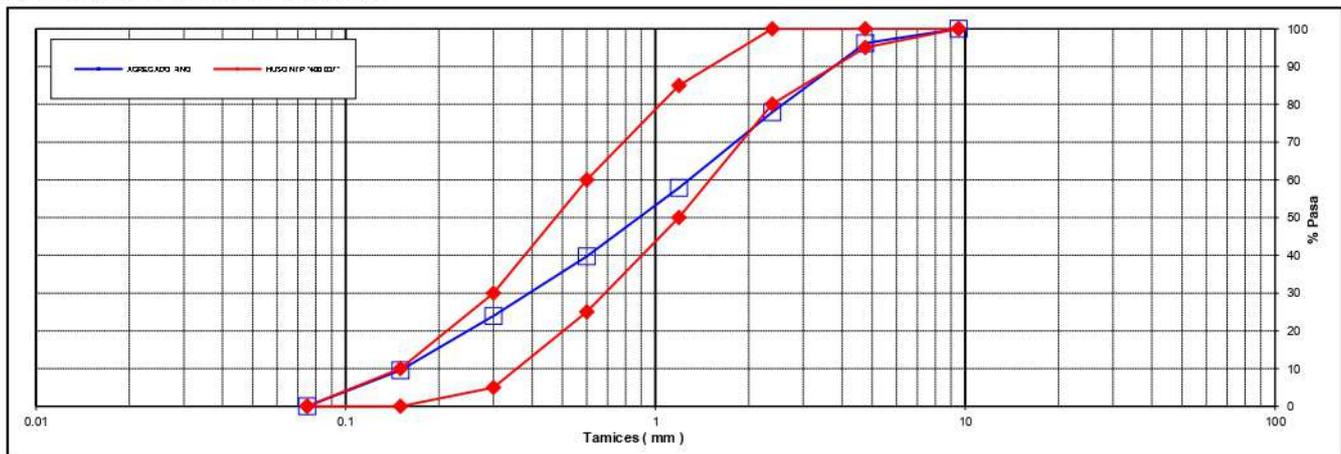
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera MOLINA
 Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO **Peso Total gr** **664.3**

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP "400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12.5					
3/8"	9.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
N°4	4.75	25.4	3.8	3.8	96.2	95 - 100
N°8	2.38	121.4	18.3	22.1	77.9	80 - 100
N°16	1.19	133.3	20.1	42.2	57.8	50 - 85
N°30	0.6	120.5	18.1	60.3	39.7	25 - 60
N°50	0.3	104.5	15.7	76.0	24.0	5 - 30
N°100	0.15	95.9	14.4	90.5	9.5	0 - 10
FONDO		63.3	9.5	100.0	0.0	0 - 0

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Módulo de Fineza	2.95
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1,519
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1,711
Peso Especifico	2.60
Contenido de Humedad (%)	1.53
Porcentaje de Absorción (%)	1.52



 LAB JCH S.A.C. LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código C-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión 1
		Fecha 01/02/22
		Página 1 de 1

INFORME No. : JCH 24-097

SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO

PROYECTO : ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024

UBICACIÓN : LAMBAYEQUE, PERÚ

FECHA : JUNIO DEL 2024

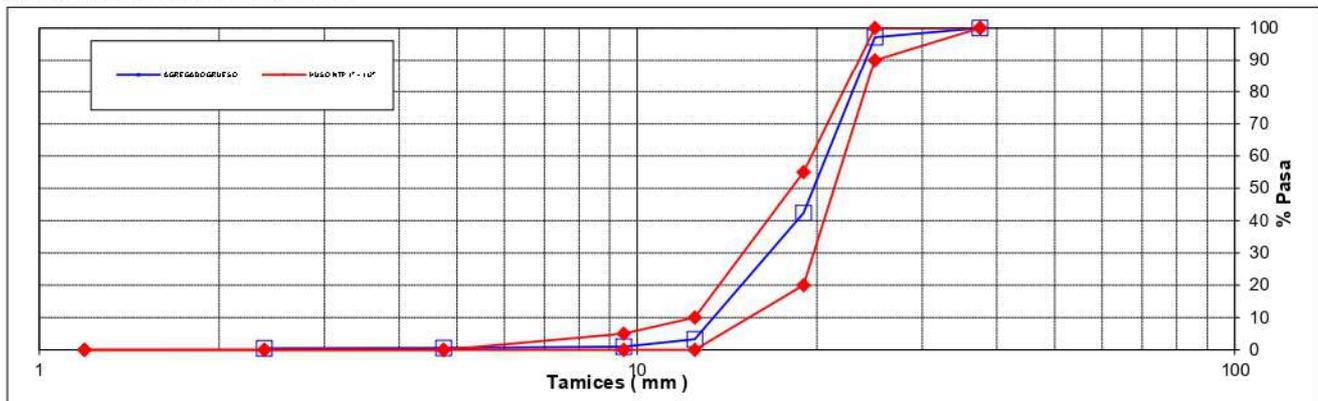
ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

A) ANALISIS GRANULOMETRICO **Peso Total gr** 3240.1

TAMIZ		gr	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1" - 1/2"
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37.5		0.0	0.0	100.0	100 - 100
1"	25	93.7	2.9	2.9	97.1	90 - 100
3/4"	19	1772.4	54.7	57.6	42.4	20 - 55
1/2"	12.5	1266.8	39.1	96.7	3.3	0 - 10
3/8"	9.5	76.6	2.4	99.1	0.9	0 - 5
Nº4	4.75	6.7	0.4	99.4	0.6	-
Nº8	2.38	3.8	0.1	99.5	0.5	-
Nº16	1.19					-
FONDO						

B) CURVA DE GRANULOMETRIA



C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	7.55
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1,457
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1,653
Peso Específico	2.86
Contenido de Humedad (%)	0.53
Porcentaje de Absorción (%)	0.45



	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : 02/01/22 Página : 1 de 1

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566, NTP 339.185**

INFORME No. : JCH 24-097
SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO
ENTIDAD : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO : ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
UBICACIÓN : LAMBAYEQUE, PERÚ
FECHA : MAYO DEL 2024

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : La Molina y La Gloria
Calicata : -
Muestra : -
Prof. (m) : -
Progresiva : - **Fecha de Ejecución** : 18/05/24
Coordenadas : -

Recipiente N°		ARENA (Molina)	PIEDRA (Gloria)
Masa de suelo humedo + recipiente	g	725.5	2625.5
Masa de suelo seco + recipiente	g	716.9	2612.9
Masa de recipiente	g	155.5	232.6
Masa de agua	g	8.6	12.6
Masa de suelo seco	g	561.4	2380.3
Contenido de agua	%	1.53	0.53
Contenido de Humedad (%)		1.53	0.53

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Horno	HOR-001



INFORME No. : JCH 24-097
SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
PROYECTO : ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN
UBICACIÓN : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
FECHA : LAMBAYEQUE, PERÚ
ASUNTO : JUNIO DEL 2024
 : DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
 Muestra Patron Ceniza de Cascara de Arroz

1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 3")
Relación a / c de diseño	.....	0.60
Relación a / c de obra	.....	0.60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92

1.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	333 Kg.
Arena	.....	794 Kg.
Piedra	.....	975 Kg.
Agua	.....	199 lt.

1.3 Densidad 2391 kg/cm^3
CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 Kg.
Arena	.....	101.2 Kg.
Piedra	.....	124.3 Kg.
Agua	.....	25.4 lt/bolsa

1.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.33 : 2.99
Agua	.....	25.4 lt/bolsa

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.





INFORME DE RESULTADOS

DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211

Código : CFE-12
Revisió : 1
Fecha : 01/02/22
Página : 1 de 3

INFORME No. : JCH 24-097
SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
PROYECTO : ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN
UBICACION : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
FECHA : LAMBAYEQUE, PERU
ASUNTO : JUNIO DEL 2024
: DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
Muestra 3% Ceniza de Cascara de Arroz

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 2")
Relación a / c de diseño	.....	0.60
Relación a / c de obra	.....	0.60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	1275.0 g por bolsa de cemento

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	10.00 kg
Densidad	.....	2358 kg/cm ³

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	101.2 kg
Piedra	.....	124.3 kg
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	1.2750 kg

2.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.33 : 2.99
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	1275.0 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193887

**INFORME DE RESULTADOS**

Código : CFE-12

Revisión : 1

Fecha : 01/02/22

Página : 2 de 3

DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211

INFORME No. : JCH 24-097
SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
PROYECTO : ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN
UBICACION : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
FECHA : LAMBAYEQUE, PERU
ASUNTO : JUNIO DEL 2024
: DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

3.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I

Muestra 5% Ceniza de Cascara de Arroz

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 1.5")
Relación a / c de diseño	.....	0.60
Relación a / c de obra	.....	0.60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2125.00 g por bolsa de cemento

3.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	16.67 kg
Densidad	.....	2317 kg/cm^3

3.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	101.2 kg
Piedra	.....	124.3 kg
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2.1250 kg

3.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.33 : 2.99
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2125.0 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.





INFORME DE RESULTADOS

DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 211

Código : CFE-12
Revisió : 1
Fecha : 01/02/22
Página : 3 de 3

INFORME No. : JCH 24-097
SOLICITANTE : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
PROYECTO : ADICION DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
UBICACION : LAMBAYEQUE, PERU
FECHA : JUNIO DEL 2024
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

4.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I
Muestra 7% Ceniza de Cascara de Arroz

4.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4" (slump 1")
Relación a / c de diseño	.....	0.60
Relación a / c de obra	.....	0.60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.34 : 2.91
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.92
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2975.0 g por bolsa de cemento

4.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	333 kg
Arena	.....	794 kg
Piedra	.....	975 kg
Agua	.....	199 lt
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	23.33 kg
Densidad	.....	2387 kg/cm ³

4.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 kg
Arena	.....	101.2 kg
Piedra	.....	124.3 kg
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2.9750 kg

4.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.33 : 2.99
Agua	.....	25.4 lt/bolsa
Aditivo Ceniza de Arroz	.....	2975.00 g por bolsa de cemento

NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193867

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

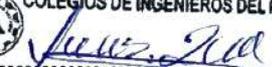
INFORME No. JCH 24-097
SOLICITANTE ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
PROYECTO ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
UBICACIÓN LAMBAYEQUE, PERÚ
ENTIDAD UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Fecha Rotura (7D) 27/05/2024
Fecha Rotura (14D) 3/06/2024

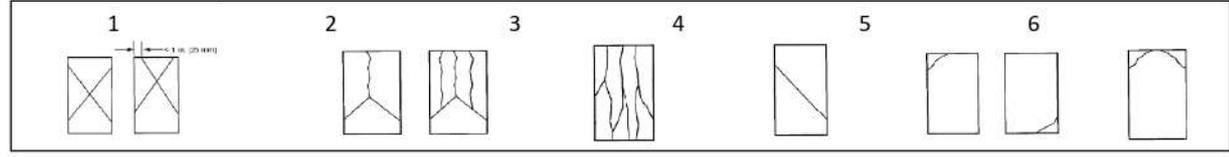
IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIAMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	AREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.6	117.64	81.03	148	2
Patrón 0%	20/05/2024	7	101.5	118.71	80.91	150	2
Patrón 0%	20/05/2024	7	100.9	113.58	80.02	145	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.3	121.97	80.63	154	3
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	100.4	118.11	79.18	152	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	100.3	115.14	79.02	149	2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.3	130.67	80.60	165	3
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.4	127.86	80.76	161	3
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	100.2	117.29	78.86	152	3
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.4	122.82	80.76	155	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.3	114.19	80.60	144	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	7	101.3	114.00	80.52	144	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	102.0	151.95	81.75	189	1
Patrón 0%	20/05/2024	14	102.0	154.31	81.73	192	2
Patrón 0%	20/05/2024	14	102.1	148.04	81.87	184	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.4	159.92	80.75	202	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.3	160.00	80.52	203	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.3	164.25	80.53	208	1
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.2	159.06	80.38	202	2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.6	158.85	81.07	200	2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	102.2	156.76	81.96	195	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	102.3	154.65	82.16	192	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	101.8	156.32	81.36	196	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	14	102.6	152.50	82.68	188	2

Consideraciones :
- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodelados por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193687

Tipos de Falla



	REGISTRO	Código : CFE-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

INFORME No. JCH 24-097
SOLICITANTE ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
ENTIDAD UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024
UBICACIÓN LAMBAYEQUE, PERÚ
ENTIDAD UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Fecha Rotura (28D) 17/06/2024

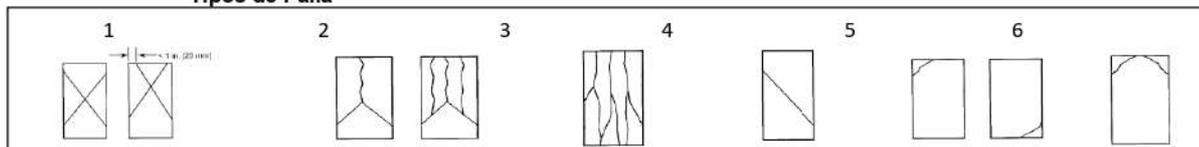
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.8	159.83	81.42	200	2
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.8	161.63	81.34	203	2
Patrón 0%	20/05/2024	28	101.4	163.34	80.71	206	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.4	174.43	80.72	220	3
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.3	172.69	80.56	219	2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.3	177.90	80.61	225	2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.3	170.53	80.63	216	3
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.4	170.20	80.75	215	3
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.2	174.35	80.51	221	3
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.5	169.47	80.91	214	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.3	168.39	80.62	213	2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	28	101.6	167.92	81.07	211	2



Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodelados por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

Tipos de Falla



	INFORME	Código	CF-16
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	: JCH 24-097	Fecha de Ensayo	7D	27/05/2024
Solicitante	: ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO	Fecha de Ensayo	14D	3/06/2024
Entidad	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
Proyecto	: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024			
Ubicación	: LAMBAYEQUE, PERÚ			
Fecha	: JUNIO DEL 2024			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²			

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MAXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Patrón 0%	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.60	10.39	7296	71.58	21.7 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.70	10.32	7604	74.60	22.7 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.50	10.25	7758	76.11	23.5 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.42	10.12	7681	75.36	23.7 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.32	10.3	7245	71.08	22.0 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.45	10.02	7642	74.97	23.7 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.63	10.23	7554	74.11	22.8 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.44	10.25	8292	81.35	25.2 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.32	10.23	7202	70.66	22.1 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.36	10.28	7084	69.50	21.5 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.44	10.44	8342	81.84	24.9 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	20.45	10.12	6747	66.19	20.8 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.25	10.06	7444	73.03	23.3 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.4	10.05	8556	83.94	26.6 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.42	10.23	7341	72.02	22.4 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.36	10.14	7992	78.41	24.6 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.44	10.25	7846	76.97	23.8 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.25	10.11	8145	79.91	25.3 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.36	10.2	8199	80.44	25.1 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.36	10.2	8197	80.42	25.1 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.35	10.25	8299	81.42	25.3 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.55	10.32	7531	73.88	22.6 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.62	10.15	8116	79.62	24.7 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	20.7	10.2	7456	73.15	22.5 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Prensa Uniaxial
Pie de rey



	INFORME	Código	CF-16
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe	JCH 24-097		
Solicitante	: ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO		
Entidad	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
Proyecto	: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024		
Ubicación	: LAMBAYEQUE, PERÚ		
Fecha	: JUNIO DEL 2024		
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²	Fecha de Ensayo	28D 17/06/2024

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MAXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Patrón 0%	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.40	10.22	8379	82.20	25.6 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.60	10.12	8696	85.31	26.6 kg/cm ²
Patrón 0%	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.40	10.36	8455	82.95	25.5 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.40	10.25	8198	80.43	25.0 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.45	10.2	8790	86.24	26.8 kg/cm ²
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.52	10.2	9536	93.55	29.0 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.36	10.32	8907	87.38	27.0 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.44	10.15	9769	95.84	30.0 kg/cm ²
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.4	10.16	8709	85.44	26.7 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.70	10.45	9060	88.88	26.7 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.6	10.36	8188	80.33	24.4 kg/cm ²
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	20.7	10.44	8977	88.07	26.4 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

Equipos Usados
Prensa Uniaxial
Pie de rey



	FORMATO	Código	CFE-10
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

Informe : JCH 24-097
Solicitante : ROJAS VIDAURRE VICTOR ALBERTO / QUISPE TAPE DANIEL ROBERTO
Entidad : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Proyecto : ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024

Ubicación : LAMBAYEQUE, PERÚ **Fecha de ensayo** 7D 27/05/2024
Fecha : JUNIO DEL 2024 **Fecha de ensayo** 14d 3/06/2024
Fecha de ensayo 28d 17/06/2024

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Prismas de concreto endurecido
 Fc de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
Patron 0%	20/05/2024	27/05/2024	7 días	15.1	15.1	53.0	45.0	16.81	TERCIO CENTRAL	22.4 kg/cm2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	15.1	15.1	52.5	45.0	17.57	TERCIO CENTRAL	23.4 kg/cm2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	15.1	15.2	52.5	45.0	19.15	TERCIO CENTRAL	25.3 kg/cm2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	7 días	15.0	15.1	52.0	45.0	15.72	TERCIO CENTRAL	21.2 kg/cm2
Patron 0%	20/05/2024	3/06/2024	14 días	15.0	15.1	51.4	45.0	18.11	TERCIO CENTRAL	24.5 kg/cm2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	15.1	15.1	51.6	45.0	20.02	TERCIO CENTRAL	26.7 kg/cm2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	15.0	15.1	51.0	45.0	21.46	TERCIO CENTRAL	29.0 kg/cm2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	3/06/2024	14 días	15.1	15.1	51.5	45.0	17.49	TERCIO CENTRAL	23.3 kg/cm2
Patron 0%	20/05/2024	17/06/2024	28 días	15.0	15.1	51.0	45.0	18.90	TERCIO CENTRAL	25.5 kg/cm2
3% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	17/06/2024	28 días	15.1	15.2	50.6	45.0	20.97	TERCIO CENTRAL	27.8 kg/cm2
5% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	28 días	15.1	15.1	51.0	45.0	22.34	TERCIO CENTRAL	29.8 kg/cm2
7% Ceniza Cascara de Arroz	20/05/2024	27/05/2024	28 días	15.1	15.2	50.5	45.0	18.71	TERCIO CENTRAL	24.8 kg/cm2

Equipos Usados
 Máquina de Compresión

Ejecutado por: B.L.

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo





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-456-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : **LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.**
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**
Modelo : **TAJ4001**
Número de Serie : **8338110064**

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 : **BAL-001**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-01**

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

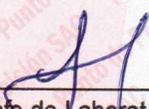
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - 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-456-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,3	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

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 3 992,7 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 20 °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		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,06	-0,01	3 999,9	0,04	-0,10
2	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02
3	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,04
4	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,07	-0,03
5	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,05	-0,01
6	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,08	-0,04
7	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,06	-0,02
8	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,08	-0,04
9	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,07	-0,03
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,05	-0,01
Diferencia Máxima			0,03	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-456-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,4	24,4

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	1,00	1,0	0,05	0,00	1 300,00	1 300,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,08	-0,03		1 300,0	0,08	-0,03	0,00
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,05	0,10	0,11
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,05	0,00	0,04
5		1,0	0,05	0,00		1 300,1	0,08	0,07	0,07
Error máximo permitido :									± 0,2 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,4	24,3

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	0,08	-0,03	-0,03	5,0	0,07	-0,02	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,00	50,0	0,09	-0,04	-0,04	0,1
100,00	100,0	0,09	-0,04	-0,04	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	-0,02	500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 000,00	1 000,0	0,09	-0,04	-0,04	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,07	2 000,0	0,05	0,00	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	-0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,04	0,3
4 000,01	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,18 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,75 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,27 \times 10^{-9} \times R^2}$$

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.

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1 Grupo 10 Mz M Lt. 23, distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 19 de mayo de 2022
Fecha de Vencimiento: 18 de mayo de 2026

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 06 de junio de 2022

Cédula N° : 0196-2022-INACAL/DA
Adenda N°1 del Contrato N°: 006-2019/INACAL-DA
Registro N° : LC - 033

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

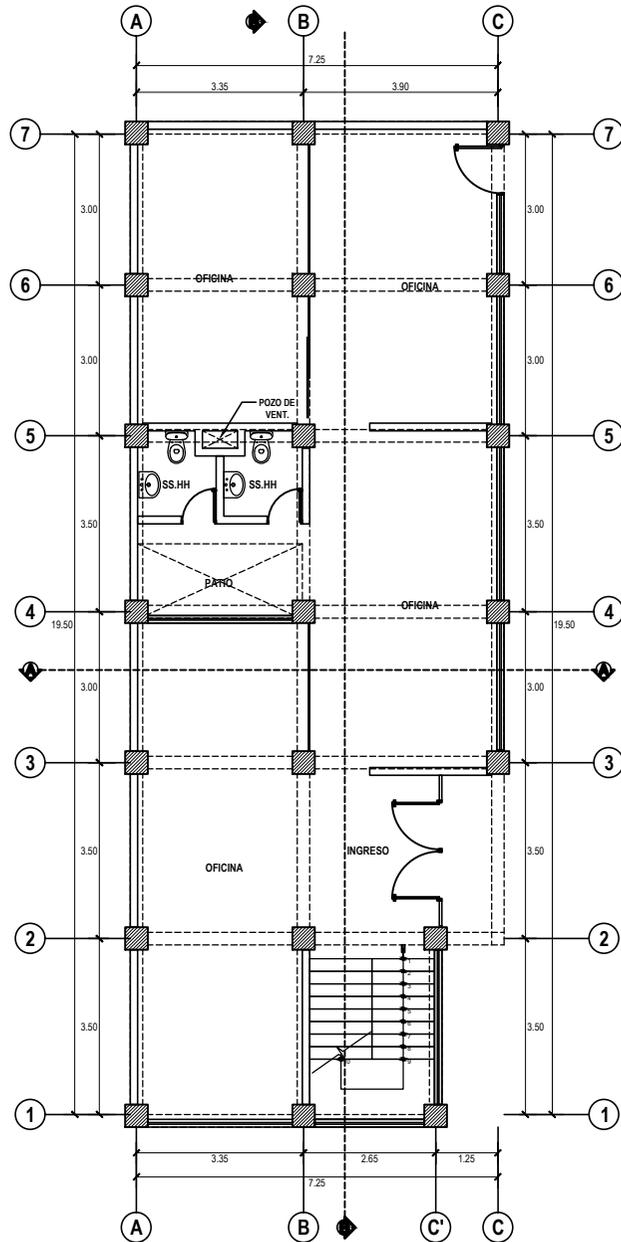
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).



Anexo 1: Matriz de consistencia

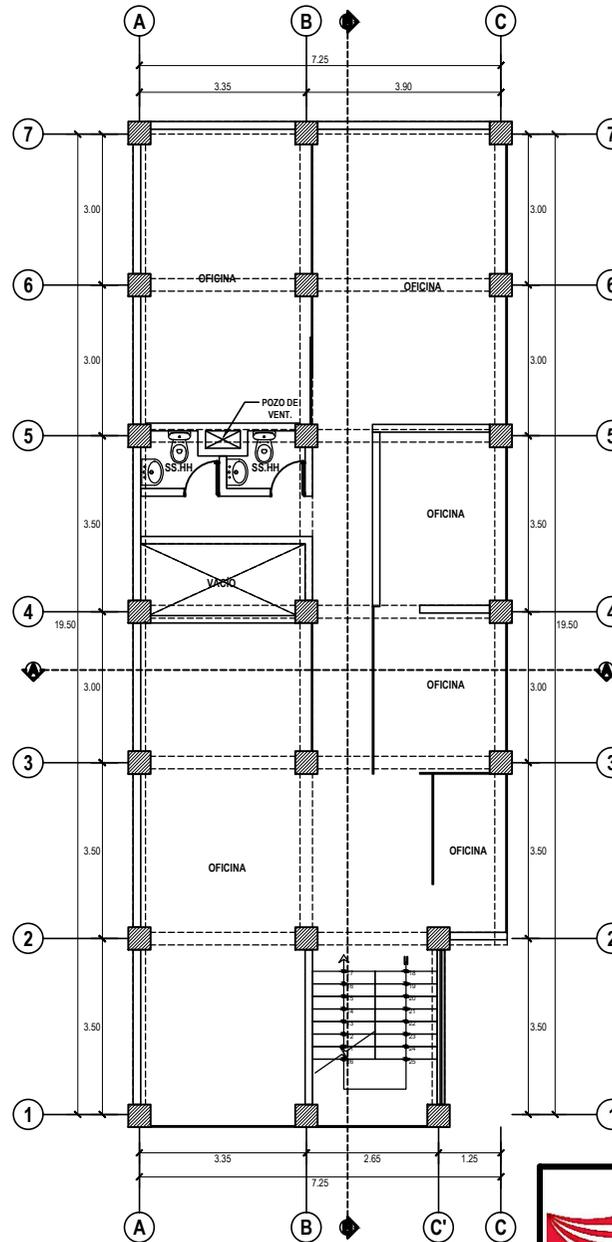
Adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto e influencia en comportamiento estructural de una edificación aporticada, Lambayeque 2024				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
P.G. ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024?	OG: Determinar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento estructural de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.	HG ₁ : La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.	<p>Variable Independiente: Adición de ceniza de cáscara de arroz al concreto</p> <p>Dimensiones: Granulometría de los agregados</p> <p>Diseño de mezclas.</p> <p>Proporción de adición Ceniza de Cáscara de Arroz en el Concreto</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptiva y Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		
PE1: ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la resistencia del concreto de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024?	OE1: Analizar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la resistencia del concreto de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.	HE1 ₁ : La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en la resistencia del concreto de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.	<p>Variable Dependiente: Comportamiento estructural de edificación aporticada</p> <p>Dimensiones: Resistencia del concreto</p> <p>Comportamiento sísmico</p> <p>Análisis estructural</p>	<p>Población y muestra</p> <p>Población: Mezclas de concreto</p> <p>Muestra: 36 probetas y 12 viguetas</p> <p>Técnicas e instrumentos.</p> <p>Técnicas: Preparación de muestras</p> <p>Instrumentos: Ficha de recolección de datos</p>
PE2: ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024?	OE2: Evaluar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.	HE2 ₁ : La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en el comportamiento estructural de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.		
PE3: ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la estructura de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024?	OE3: Determinar cómo la adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá en la estructura de una edificación aporticada 03 pisos en Lambayeque 2024.	HE3 ₁ : La adición de cenizas de cáscara de arroz al concreto influirá significativamente en la estructura de una edificación aporticada de 03 pisos en Lambayeque 2024.		

Fuente: Elaboración propia



DISTRIBUCION: 1ER. NIVEL

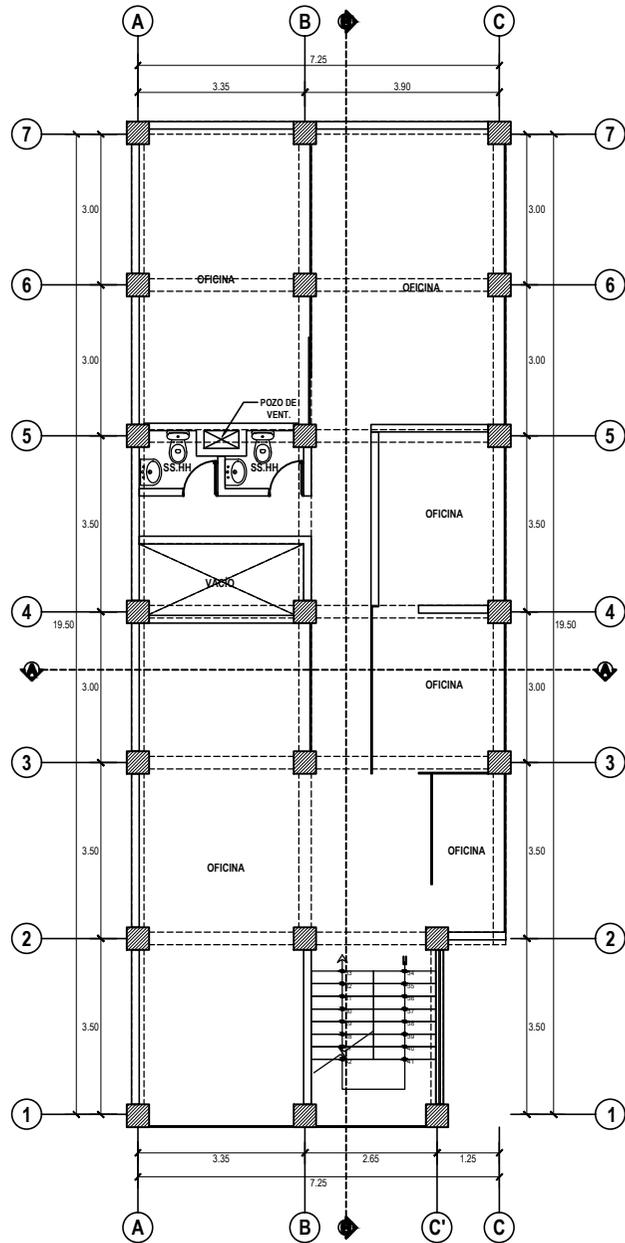
ESC: 1/50



DISTRIBUCION: 2DO. NIVEL

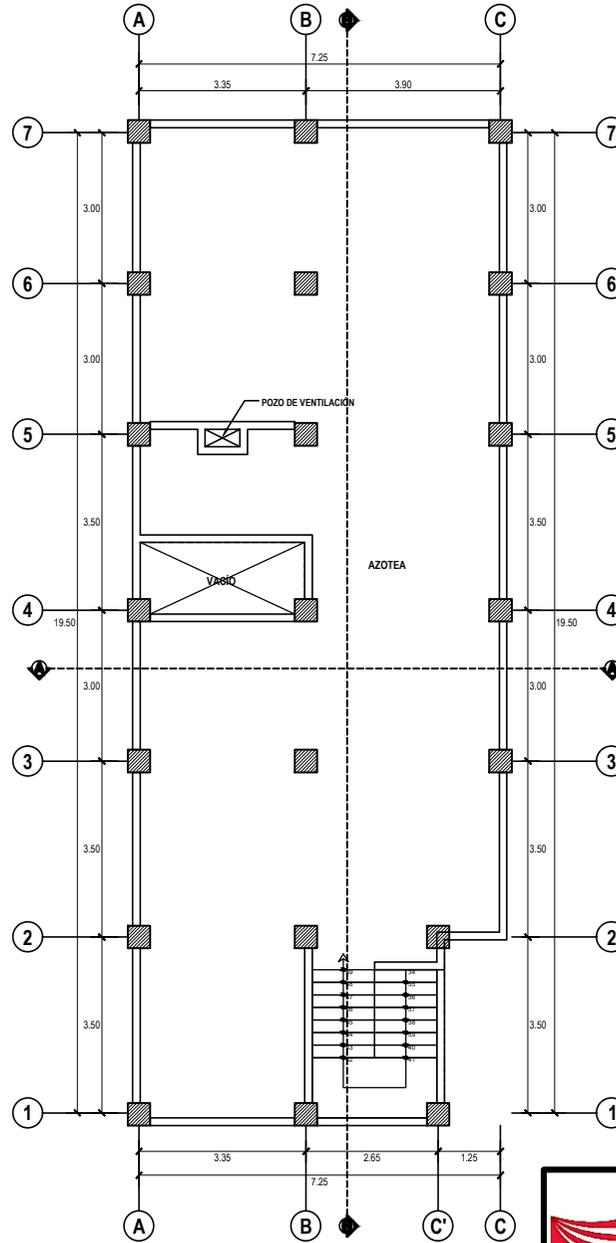
ESC: 1/50

				FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
				AUTORES: QUIJSPE TAÍPE DANIEL ROBERTO ROJAS VIDAURRE VÍCTOR ALBERTO			
TÍTULO: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024				REV: 0			
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE 1ER Y 2DO NIVEL				ESCALA: 1 / 100			
UBICACIÓN: LAMBAYEQUE		FECHA: JUNIO 2024		LÁMINA: A-01			



DISTRIBUCION: 3ER. NIVEL

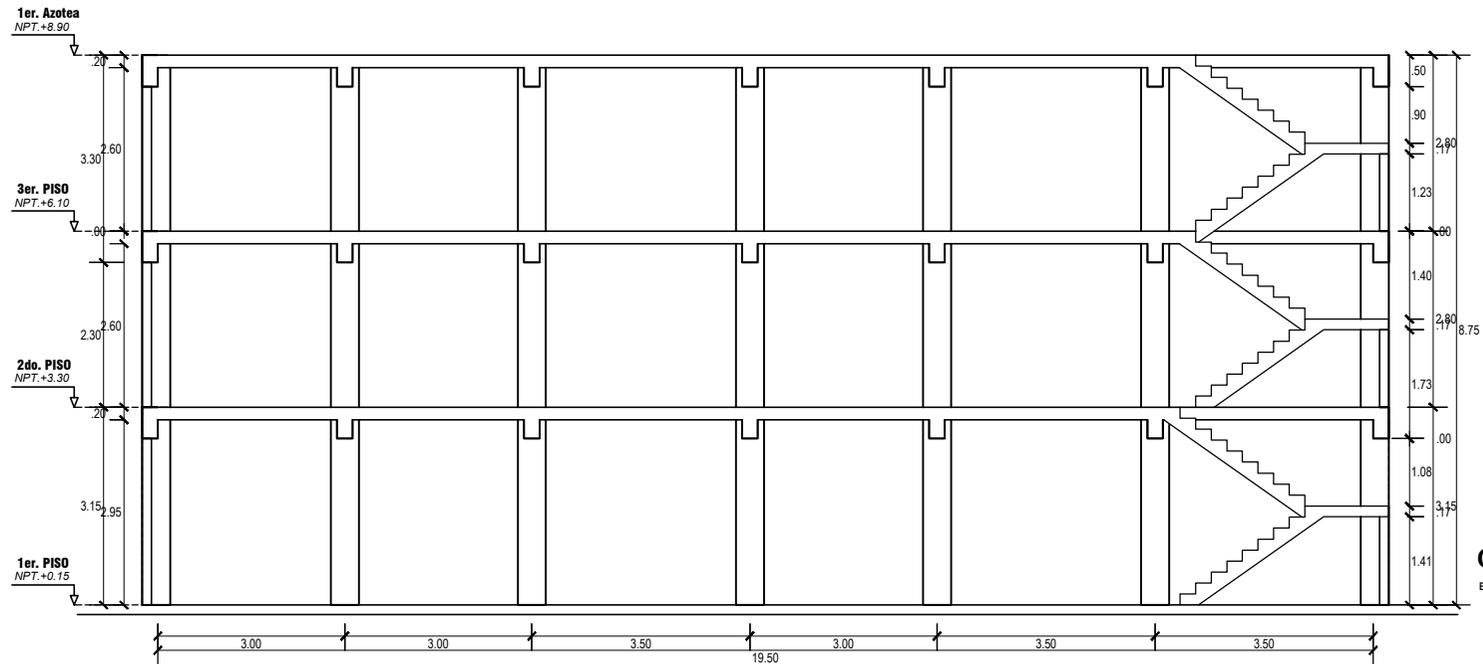
ESC: 1/50



DISTRIBUCION: AZOTEA

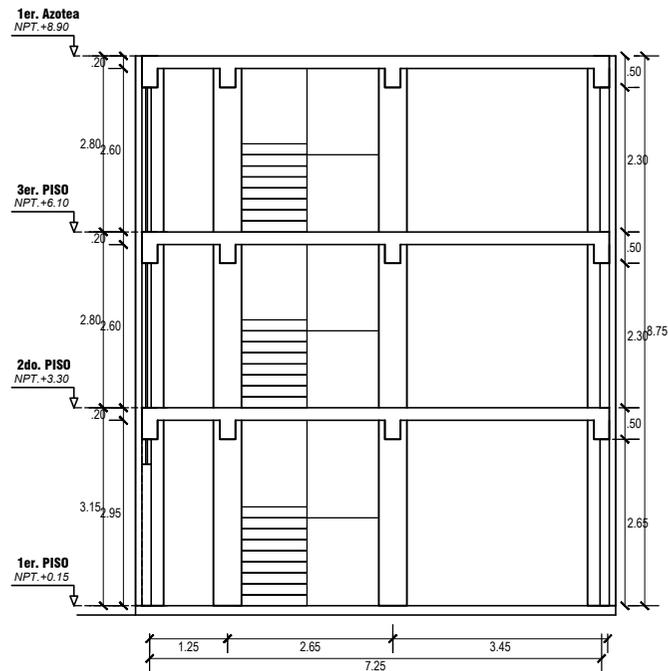
ESC: 1/50

				FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
				ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
AUTORES:				QUIJSPE TAÍPE DANIEL ROBERTO			
				ROJAS VIDAURRE VÍCTOR ALBERTO			
TÍTULO:				ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024			
PLANO:				DISTRIBUCIÓN DE 3ER NIVEL Y AZOTEA			
UBICACIÓN:				LAMBAYEQUE			
FECHA:				JUNIO 2024			
ESCALA:				1 / 100			
LÁMINA:				A-02			
				REV: 0			



CORTE: B-B

ESC: 1/50



CORTE: A-A

ESC: 1/50

				FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
				AUTORES: QUISPE TAIPE DANIEL ROBERTO ROJAS VIDAUERE VICTOR ALBERTO			
TESIS: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ AL CONCRETO E INFLUENCIA EN COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA, LAMBAYEQUE 2024				PLANO: CORTES A-A Y B-B		REV: 0	
UBICACIÓN: LAMBAYEQUE		FECHA: JUNIO 2024		ESCALA: 1 / 100		LÁMINA: A-03	