



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cáscara
de huevo en la avenida mi Próceres en Chilca 2022

AUTOR:

Vasquez Lazo, Boris Andre (orcid.org/0000-0002-3057-6305)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Antes agradecer a Dios, por permitir realizar un logro más en mi vida profesional, y guiarme por cada paso que realizo, y cada objetivo que me propongo.

A mi señor padre el Ing. Hermenegildo Cesar Vásquez Limaylla, por dedicar su tiempo y cariño absoluto, por compartir sus conocimientos, valores y enseñanzas por formarme un hombre de bien y desarrollarme profesionalmente.

A mi señora madre la Sra. Regina Alicia Lazo por inculcarme su sabiduría, y apoyarme moralmente y económicamente para el desarrollo de este proyecto, y alcanzar una meta más.

Agradecimiento

A mi padre

Por ser el Mentor y la razón de no desistir en los momentos más críticos en mi vida, desde el cielo encaminando este proyecto dándome fortalezas por cada pasó y decisión que decido.

A mi madre.

darme la dicha de acompañarme en mi vida y hacer realidad esta investigación, por la razón de motivarme en los momentos difíciles, aconsejarme, todos los días de mi vida, por dedicar su tiempo y su gran amor todos los días para alcanzar esta dicha más.

Índice de contenidos

Carátula	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de gráficos y figuras.....	VIII
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III.METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	19
3.2 Variables y operacionalización	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos.....	23
3.6 Método de análisis de datos	27
3.7 Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	82
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS.....	96

Índice de tablas

Tabla 01. Características del lugar de estudio.....	30
Tabla 02. Resumen de conteo vehicular.....	31
Tabla 03. Ejes equivalentes para diseñar un pavimento rígido.....	33
Tabla 04. Factor de distribución direccional y de carril	34
Tabla 05. Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes.....	35
Tabla 06. Ubicación de pozos exploratorios.....	37
Tabla 07. Número de cantidad de calicatas para exploración de suelos.20.....	38
Tabla 08. Límites de Consistencias extraído de la calicata N°01.....	39
Tabla 09. Fracciones granulométricas-Calicata 01... ..	39
Tabla 10. Contenido de humedad del estrato -Calicata 01.....	40
Tabla 11. Clasificación de suelos método SUCS -Calicata 01.....	40
Tabla 12. Perfil estratigráfico -Calicata 01.....	40
Tabla 13. Ensayo de Proctor Modificado -Calicata 01.....	40
Tabla 14. Compactación de moldes-Calicata 01.....	40
Tabla 15. C.B.R -Calicata 01.....	41
Tabla 16. Límites de consistencia extraído de la-Calicata 02.....	41
Tabla 17. Fracciones granulométricas-Calicata 02.....	41
Tabla 18. Contenido de humedad -Calicata 02.....	41
Tabla 19. Clasificación del estrato según método SUCS -Calicata 02.....	41
Tabla 20. Perfil estratigráfico -Calicata 02.....	42
Tabla 21. Ensayo de Proctor modificado-Calicata 02.....	42
Tabla 22. Compactación de moldes-Calicata 02.....	42
Tabla 23. C.B.R-Calicata 02.....	42
Tabla 24. Análisis granulométrico, TM, TMN, MF- Piedra triturada $\frac{3}{4}$ “.....	43
Tabla 25. Peso unitario suelto seco PUSS-piedra triturada $\frac{3}{4}$ ”	43

Tabla 26. Peso unitario compactado seco PUCS-piedra triturada $\frac{3}{4}$ ".....	43
Tabla 27. Datos peso específico y absorción -pedra triturada $\frac{3}{4}$ "	44
Tabla 28. Resultados peso específico y absorción-piedra triturada $\frac{3}{4}$ "	44
Tabla 29. Contenido de humedad total evaporable-piedra triturada $\frac{3}{4}$ ".....	44
Tabla 30. Análisis granulométrico, TM, TMN, MF-arena gruesa.....	44
Tabla 31. Peso unitario suelto seco PUSS-arena gruesa.....	45
Tabla 32. Peso unitario compactado seco PUCS-arena gruesa.....	45
Tabla 33. Datos peso específico y absorción -arena gruesa.....	45
Tabla 34. Resultados peso específico y absorción-arena gruesa.....	46
Tabla 35. Contenido de humedad total evaporable-arena gruesa	46
Tabla 36. Proporción en peso- diseño de mezcla concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	48
Tabla 37. Proporción en volumen -diseño de mezcla concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	48
Tabla 38. Materiales por metro cubico- concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	48
Tabla 39. Materiales corregido por metro cubico- concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	49
Tabla 40. Proporción en peso-diseño de mezcla adicionando 4% de ceniza.....	49
Tabla 41. Proporción en volumen -diseño de mezcla adicionando 4% de ceniza	49
Tabla 42. Materiales por metro cubico- adicionando 4% de ceniza.....	50
Tabla 43. Materiales corregido por metro cubico-adicionando 4% de ceniza.....	50
Tabla 44. Proporción en peso-diseño de mezcla adicionando 8% de ceniza.....	50
Tabla 45. Proporción en volumen -diseño de mezcla adicionando 8% de ceniza	51
Tabla 46. Materiales por metro cúbico- adicionando 8% de ceniza.....	51
Tabla 47. Materiales corregido por metro cubico-adicionando 8% de ceniza.....	51
Tabla 48. Proporción en peso-diseño de mezcla adicionando 12% de ceniza.....	52
Tabla 49. Proporción en volumen -diseño de mezcla adicionando 12% de ceniza ...	52
Tabla 50. Materiales por metro cúbico- adicionando 12% de ceniza.....	52

Tabla 51. Materiales corregido por metro cúbico-adicionando 12% de ceniza.....	53
Tabla 52. Proporción en peso-diseño de mezcla adicionando 16% de ceniza.....	53
Tabla 53. Proporción en volumen -diseño de mezcla adicionando 16% de ceniza	53
Tabla 54. Materiales por metro cúbico- adicionando 16% de ceniza.....	54
Tabla 55. Materiales corregidos por metro cúbico-adicionando 16% de ceniza.....	54
Tabla 56. Ensayo de peso unitario – estado plástico adicionando 0,4,8,12 y16% de ceniza..	54
Tabla 57. Ensayo de temperatura-estado plástico adicionando0,4,8,12y16% de ceniza.....	55
Tabla 58. Ensayo de asentamiento- estado plástico adicionando0,4,8,12y16% de ceniza...55	
Tabla 59. Leyenda de fracturas de probetas.....	56

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diseño del pavimento rígido	11
Figura 2. Diseño del pavimento rígido con juntas	12
Figura 3. Diseño de un pavimento rígido con barras transversales.....	13
Figura 4. Diseño de un pavimento rígido continuamente reforzado.....	13
Figura 5. Diseño de un pavimento con losas cortas.....	14
Figura 6. Elementos de un pavimento.....	14
Figura 7. Zona de la población del lugar de estudio.....	20
Figura 8. Ubicación del lugar de estudio.....	23
Figura 9. Ubicación y elevación de la avenida próceres.....	28
Figura 10. Levantamiento topográfico con gps.....	29
Figura 11. Levantamiento topográfico con gps.....	29
Figura 12. Ecuación para el cálculo de ESAL	35
Figura 13. Fórmula metodología ASTHO 93.....	35
Figura 14. Cuadro de diferencial de serviciabilidad (PSI).....	36
Figura 15. Cuadro de nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar (Zr).....	37
Figura 16. Testigos de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Figura 17. Resumen de los ensayos a compresión en todas las adiciones.....	59
Figura 18. Concreto de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 28 días.....	59
Figura 19. Concreto adicionando 4% de ceniza – 7 días.....	60
Figura 20. Concreto adicionando 4% de ceniza – 14 días.....	61
Figura 21. Concreto adicionando 4% de ceniza – 28 días.....	62
Figura 22. Concreto adicionando 8% de ceniza – 7 días.....	63
Figura 23. Concreto adicionando 8% de ceniza- 14 días.....	64
Figura 24 Concreto adicionando 8% de ceniza – 28 días.....	65
Figura 25 Concreto adicionando 12% de ceniza – 7 días.....	66

Figura 26 Concreto adicionando 12% de ceniza – 14 días.....	67
Figura 27 Concreto adicionando 12% de ceniza – 28 días.....	68
Figura 28 Concreto adicionando 16% de ceniza – 7 días.....	69
Figura 29 Concreto adicionando 16% de ceniza – 14 días.....	70
Figura 30 Concreto adicionando 16% de ceniza- 28 días.....	71
Figura 31. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16%- 7 días de curado.....	72
Figura 32. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16% -14 días de curado.....	73
Figura 33. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16%-28 días de curado.....	74
Figura 34. Concreto convencional $f'c=210$ -0% de ceniza -ensayo flexión.....	75
Figura 35. Concreto convencional $f'c=210$ - 4% de ceniza – ensayo flexión.....	76
Figura 36. Concreto convencional $f'c=210$ -8% de ceniza- ensayo flexión.....	77
Figura 37. Concreto convencional $f'c=210$ -12% de ceniza – ensayo flexión.....	78
Figura 38. Concreto convencional $f'c=210$ – 16% de ceniza – ensayo flexión.....	79
Figura 39. Comparación de las adiciones de 0,4,8,12 y 16% -ensayo flexión.....	80
Figura 40 Prueba de revenimiento del concreto patrón y sus adiciones.....	83
Figura 41 Ensayos a compresión en las proporciones de 0,4,8,12 y 16%.....	85

Resumen

En el siguiente trabajo a través de la investigación de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, se presentará el trabajo arduo de nuestra investigación, la elaboración de tesis titulado “Diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascará de Huevo en la avenida próceres-Chilca 2022”, la tesis de investigación fue desarrollado en la ciudad inconstable donde se realizó diversos estudios como calicatas, estudios de tráfico, ensayos básicos de ingeniería, tanto en su estado plástico y endurecido desarrollado en el laboratorio, proponiendo como objetivo primordial diseñar una estructura vial que mejore sus propiedades tanto físicas como mecánicas y más resistente a las cargas vehiculares a la de un pavimento convencional, la ceniza de la cascara de huevo, mejora la satisfacción para los conductores y peatones que transitan en la avenida próceres. El suministro de la ceniza de la cascara de huevo mejoro la conducta del concreto respecto a sus propiedades en estado plástico y estado endurecido a la de un concreto convencional, se puede afirmar que el suministro de este insumo producto de la incenerisacion de la cascara de huevo mejora sus propiedades a una resistencia máxima alcanzada, que en mayores proporciones no es recomendable porque sus propiedades se ven afectadas, como la pérdida de su resistencia físicas y mecánicas.

De los estudios de laboratorio podemos concluir que la adición de la ceniza en proporciones de 4%, 8% y 12% mejoraron sus propiedades, tanto a los 7, 14 y 28 días, esto no ocurrió con la adición de la proporción de 16%, donde empezó a perder sus propiedades físicas y mecánicas, esto quiere decir que la adición de la ceniza en proporciones correctas, mejorara sus propiedades físicas y mecánicas. Y en mayores cantidades sucede todo lo contrario.

Palabras claves: Ceniza, Cascara de huevo, propiedades físicas, propiedades mecánicas, concreto convencional, resistencia.

Abstract

In the following work, through application-type research and quasi-experimental design, the hard work of our research will culminate, the preparation of a thesis entitled “rigid pavement design adding eggshell ash on próceres-chilca avenue 2022”, the research thesis was developed in the incontrovertible city where various studies were carried out such as pits, traffic studies, basic engineering tests, both in its plastic and hardened state developed in the laboratory, proposing as a primary objective to design a structure road that improves its physical and mechanical properties and is more resistant to vehicular loads than conventional pavement, the ash from the eggshell, improves satisfaction for drivers and pedestrians who travel on proceres avenue. The supply of the eggshell ash improved the behavior of the concrete with respect to its properties in the plastic state and hardened state to that of a conventional concrete it can be affirmed that the supply of this product of the incineration of the eggshell improves its properties to a maximum resistance reached, which in greater proportions is not recommended because its properties are affected, such as the loss of its physical and mechanical resistance.

From the laboratory studies we can conclude that the improvement of the ash in proportions of 4%,8% and 12% improved its properties, both at 7,14 and 28 days, this did not occur with the improvement of the proportion of 16%, where it began to lose its physical and mechanical properties, this means that the improvement of the ash in correct proportions, will improve its physical and mechanical properties. And in larger quantities the opposite happens.

Keywords: Ash, eggshell, physical properties, mechanical properties, conventional concrete, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional ha venido evolucionado la ciencia y la tecnología a través del transcurso del tiempo, la cual ha derivado a buscar resultados sostenibles cada vez más acertadas para diferentes problemas que presenta la población en la actualidad. Gracias a las nuevas gestiones de ingeniería con la intención de mejorar los pavimentos fue posible desarrollar nuevas tecnologías al concreto y asfalto orientadas para mejorar sus propiedades de resistencia, en la actualidad ahora son más países que se suman y protegen el medio ambiente y el bienestar del planeta, la idea para poder mejorar es buscar que las nuevas tecnologías, nos proporcionen insumos sostenibles para un pavimento sea considerado con el medio ambiente, un pavimento sostenible hablamos de un pavimento que no genere impacto perjudicial a la ecología, la población y también a la economía que es el sustento económico de una nación, durante la etapa de la construcción. Es confortante ver diferentes investigaciones, ya es posible construir carreteras utilizando pavimento ecológico, o pavimento a base de reciclaje, así como involucrar biomateriales como aditivos, y el recurso a base de cascara de huevo en esta investigación que contribuya con el medio ambiente.

En muchos países también podemos apreciar el asfalto ecológico que contribuyen con la ecología, el uso del betún polvo de caucho para mejora del pavimento, que es obtenido de neumáticos que ya no se usan, lo que hace un pavimento flexible reciclado, no hay duda que el avance tecnológico transformara la construcción de carreteras como se está viendo en el uso de nuevos materiales e innovadores para nosotros (vías a base de plástico, vidrio y de paneles solares) en las vías, son soluciones acertadas y novedosas para interactuar con los pavimentos que están en procesos de evaluación.

En Inglaterra el principal problema que daña al pavimento es el exceso de lluvias torrenciales, debido al problema se vieron en la necesidad de crear el topmix permeable se creó un hormigón compuesto especial que tiene la propiedad de permitir absorber el agua hasta 4.000 litros por minuto, esta filtra el agua a través de su estructura, esta solución da la propiedad que el pavimento actúe y pueda regular la temperatura en la ciudad para poder evitar fenómenos que dañen la conformación del pavimento.

Estudiantes de la universidad católica y la Biobío ubicados en el país vecino de Chile, aportaron con el medio ambiente y desarrollaron un pavimento que pueda acelerar su mantención. Este pavimento está compuesto de material reciclado de asfalto y fibras de metal reciclados, que son recogidos de desechos industriales, estos son materiales asfálticos que cuentan con la propiedad de autorrepararse, al ser aplicadas la radiación, estos suelen inducción magnética o microondas. (Autor: Álvaro Gonzales, Universidad Católica).

En Holanda también se creó un hormigón desarrollado por la Universidad Técnica de Delft, que incorporan bacterias para auto repararse, el método de desarrollo de este biohormigón es bastante práctica, el hormigón se reincorpora su estructura al ser rellenado con caliza, por los mismos microorganismos, esta idea se obtuvo al observar como los corales generan carbonato de calcio, y se pueden auto repararse mejorando la vía o carretera, gracias a los microorganismos.

Colombia también es un país en desarrollo y se ha dedicado a incrementar en su modernización de su infraestructura vial, se puede decir que es una necesidad de todo que desarrolle actividades comerciales y los beneficios hacia la sociedad, el estado de Colombia actuaron de la mano con el Instituto Nacional de Vías, para establecer técnicas que ayuden e incentiven el correcto manejo de control de los recursos naturales y promover la sostenibilidad y desarrollo en el sector vial.

En el Perú no es ajeno al avance tecnológico de diseño, materiales y construcción, esto se puede apreciar en las vías de investigación tanto en asfalto y sus combinaciones y también en concreto hidráulico, están estudiando nuevas alternativas de pavimentación, analizando su comportamiento, estudiando nuevos insumos dependiendo del proyecto donde tengan que desempeñarse, donde es importante que ambos pavimentos sean evaluados. Durante muchos años a exigencias del pueblo los gobiernos se vieron obligados a mejorar las condiciones de viabilidad en el Perú, han consistido en ejecutar pavimentos en el cual se han invertido ingentes recursos en la ejecución de pavimentos nacionales y urbanos, sin embargo al culminar la ejecución, no existe ninguna política orientada a la conservación de las vías, y tampoco se dispone de los recursos económicos para la conservación de los pavimentos, generando al poco tiempo de entrar en servicio, daños, fallas, agrietamientos por falta

de mantenimiento en los pavimentos, lo que origina la destrucción del pavimento antes de cumplir su periodo de diseño, y consecuentemente la necesidad de hacer grandes inversiones nuevamente.

En la ciudad inconstratable, en el Distrito de Chilca, a transcurrir los años y en vista de vías maltrechas y deterioradas se han visto en la necesidad de pavimentar las principales avenidas del distrito de chilca, ya que estas vías se encuentran sin pavimentar y en estado deplorable, dando mal aspecto para el distrito de chilca-Huancayo, es tanto así la problemática, que los conductores y peatones se encuentran incomodos al transitar por las avenidas del distrito de Chilca, por motivo de presentar baches y huecos de lodo, la molestia de los pobladores del distrito de chilca es en la época de invierno por el producto de las lluvias y granizadas que dañan la carretera que producen gran cantidad de lodo.

Estas vías sin pavimentar, también afectan a la economía de la población de Chilca, al aumentar los recursos y mantenimiento de los medios de transporte, viéndose también afectados los vecinos colindantes por la escasez de transeúntes, y no poder realizar la venta de sus productos

A raíz de la realidad problemática expuesta, **se plantea el problema General:** ¿De qué manera la incorporación de la ceniza de la cascará de huevo, influirá en sus propiedades físico-mecánicas del pavimento rígido en la avenida Próceres para la satisfacción de los Pobladores del Distrito de Chilca?

Esta Investigación fue justificada de manera experimental, a base de ensayos en estado plástico y en estado endurecido, las cuales permitieron analizar el pavimento y obtener datos cuantitativos, para beneficio de los conductores y transeúntes de la avenida próceres.

y se plantea los siguientes problemas específicos de la investigación.

¿El tipo de suelo que presenta el estrato será óptimo para nuestro diseño de pavimento rígido.?

¿Cuánto mejorara la transitabilidad en la avenida próceres en el distrito de Chilca 2022?

¿De que manera reaccionara nuestro diseño con la incorporacion de la ceniza de cascara de huevo?

El **objetivo General** fue: Diseñar un pavimento rígido que mejoren sus propiedades tanto físicas como mecánicas con la incorporación de la ceniza de cascara de huevo en el pavimento rígido de la avenida próceres 2022.

Los **objetivos específicos** fueron:

Identificar qué proporción en nuestro diseño es óptimo o pésimo, para nuestro pavimento de concreto utilizado en este proyecto de investigación.

Determinar las características mecánicas de las calicatas realizadas en la avenida Próceres, para analizar la avenida ubicado en el distrito de chilca.

Interpretar cómo influirá la ceniza de cascará de huevo en nuestro diseño de mezcla.

Justificación Social Julián Rivera (2015), la red vial es importante y principal para el desarrollo económico y crecimiento porque es el único medio que accede el transporte de las personas y los recursos de primera necesidad, permite también satisfacer las necesidades básicas de educación trabajo, alimentación y salud, es sistema vial es el único medio con el que logra optimizar recursos para luego cubrir las necesidades esenciales de una población

Como justificación práctica la investigación dio a conocer las características de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido, todo ello se realizó en bases y normas de pavimentos urbanos y la metodología ACI.

La justificación metodológica, puesto que, para diseñar un pavimento rígido con incorporación de ceniza de cascara de huevo, que entrara en servicio requiere de estudios básicos de ingeniería los cuales permitirán diseñar un pavimento mejorado.

La justificación Social tuvo como objetivo mejorar el tránsito de los vehículos, y el estilo de vida al ahorrar tiempo y recursos para beneficio de cada uno de los pobladores del distrito de Chilca.

La justificación Ambiental tiene como propósito crear un pavimento sostenible y más generoso con el medio ambiente, que no genere impacto que perjudique al medio ambiente.

Por último, se planteó como hipótesis de investigación que si en base a los resultados llegan a ser óptimos como las características de los agregados es posible diseñar un pavimento más resistente a cargas de comprensión.

II. MARCO TEÓRICO

UNCP-Huancayo (2019) Con la investigación Analizaron el concreto en su estado tanto plástico y endurecido, para este estudio requirieron aditivos y la recolección de la cascara de huevo molido para poder combinar con el hormigón, este proyecto se desarrolló con el fin y objetivo de estudiar el comportamiento mecánico, analizar para luego comparar la conducta del concreto en su consistencia plástica y también en su estado solido de un concreto convencional, con respecto a un concreto innovador, la cual es adicionada ceniza de cascarilla de huevo triturado y aditivo superplastificante de resistencias $f'c=140,175,210\text{kg/cm}^2$, la cual ha sido sustituida en proporciones de 2.00% y 2.50% en reemplazo del cemento, la cual se realizaron diversos ensayos de cuales ensayos plásticos: como: prueba de slump, peso unitario y tiempo de fragua del concreto, y para el estado endurecido ensayos mecánicos. A las edades de 7,14 y los 28 días de sumergido o curado respectivamente, del proyecto de investigación se concluyó que el insumo mencionado triturado y el aditivo superplastificante producen una mayor manipulación al momento de dosificar el concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, en la resistencia a la comprensión se concluyó que es un aditivo acelerante natural, y el mejor diseño es de 2.5% de este recurso investigado y 1.5% aditivo superplastificante suministrado.

Vega, A. (2018), argumenta en su investigación realizada incorporando: La fibra natural de cabuya, es un recurso que nuestro país no sabe sacar provecho, pese a que presenta buenas propiedades fisicoquímicas, por lo que Alarcón experimento el concreto adicionando fibra de cabuya para poder mejorar sus propiedades y argumenta en su desarrollo de su investigación La fibra de cabuya no es utilizado en nuestro Perú. Este trabajo se experimentó añadiendo el insumo de cabuya tratada con ácido esteárico al concreto, de dimensiones de 2.5cm y 8.0 cm de longitud en proporciones de 0.25,5,0.75%w y 1%w al diseño de mezcla, con el fin de mejorar su resistencia a cargas de comprensión. Los resultados que obtuvieron realizando ensayos a los testigos; este ensayo consiste en que los testigos son sometidos a cargas axiales hasta apreciar la máxima resistencia al ocurrir la falla. Los testigos ensayados, los resultados con mejores resultados fue el de 192.48 Kg/cm², obtenidos al evaluar y al ser sometidos a cargas y así obtener su resistencia

mecánica a los 28 días de sumergido, la cabuya que mejor resultados mostro siendo el resultado más óptimo, mostrando una descendencia de 8.3% de su resistencia fue la fibra de 2.5cm de longitud para concreto con fibra al 0.25%, bien cierto no pudo superar al diseño patrón de 210kg/cm².

Santiago, Amaya (2019) expone en su tesis: la evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras, se evaluó mediante ensayos experimentales, concluyéndose de los resultados obtenidos en laboratorio que las fibras tienen una gran incidencia en su comportamiento mecánico, conjuntamente con el concreto cuando lo usan como refuerzo, la longitud de la de las fibras y su composición. Los especímenes de concreto reforzadas con fibras, presentaron buenas condiciones mecánicas tanto como a cargas de compresión y deflexión, donde la mayoría de los casos fue que se aumentó la resistencia y se disminuyera e problema de fisuramiento, entre todas las fibras que se investigó y que presentaron mejores propiedades mecánicas fue la fibra de acero, por lo tanto las fibras no corrigen es su totalidad el concreto a las fallas de fisuración, como lo hacen las otras fibras estudiadas, la viga presento una fisuración con edad de 28 días de curado , con diferencia a la viga sometida a cargas de 14 días de curado, con lo que considera que las fibras de acero son más resistente respecto a las de vidrio . Las fibras que mejor se adaptaron y se comportaron a compresión son las de composición de acero en cuanto a alcanzaron su máxima resistencia los 28 días de sumergido. Sin embargo, las diferencias encontradas respecto a las resistencias obtenidas en el concreto convencional no son muy altas.

Jeimy Angélica Mora Torres (2017), desarrollada en el país vecino de Colombia en la Universidad Católica, este proyecto fue desarrollado en él 2017, a base de concreto con 2% de adición de fibra de cáñamo”, en donde buscaba obtener y poder determinar las ventajas de un concreto ecológico reforzado con fibra cáñamo y un concreto tradicional. Para desarrollar esta investigación innovadora se requirieron 27 testigos de concreto, estos especímenes 9 resultaron con proporciones de fibras de 0.25, los otros 9 con una proporción de 2 y los 9 restantes los de concreto convencional. Las

probetas fueron ensayados a resistencia mecánica a los de 7, 14 y 28 días. Además de los testigos, también realizó 4 viguetas para realizar ensayos de flexión, Al obtener los resultados se pudo determinar que las fibras mencionadas contribuyen al concreto tengan mejor adherencia durante y después de realizar el ensayo, también se observó que presentaban fallas como agrietamientos y fallas, pero que son controlados de mejor forma en presencia de las fibras, brindándole la propiedad de la ductilidad.

Meza Coral (2019), desarrollada en la Universidad Cesar Vallejo de Lima, en el año 2019, con el nombre “Diseño de Pavimento Rígido Utilizando cascarilla de huevo triturado para mejorar la resistencia a la compresión en el jr. Ricardo Palma 2019, en donde se buscaba mejorar las conductas mecánicas de un concreto ecológico reforzado con cascarilla de huevo triturado y un concreto convencional. En la investigación se utilizaron testigos de concreto, para dicha investigación se realizó diferentes tipos de estudios como, estudio de suelos, IMD, características de los agregados, propiedades de la cascarilla de huevo, y diseñar una mezcla de concreto incorporando el insumo del huevo en porcentajes de 1.5%, 3% y 5%, y obteniendo como resultado prospero a cargas axiales incorporando el 1.5% de cascarilla de huevo triturado, donde se obtuvo resultados satisfactorio con un $f'c=219.9$ kg/cm² a los 28 días.

Concreto material utilizado para la construcción además de ser durables y resistente, dado que se trabaja en su forma plástica, es un excelente material porque permite moldearse en distintas formas y puede ser usado en distintas aplicaciones.

El concreto convencional este compuesto por la mezcla de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso, la pasta creada por cemento y agua permite unir a los agregados, pero a medida que pasa el tiempo pierde gradualmente esta característica

tornándose en estado endurecido, toma un comportamiento y características mecánicas de un cuerpo sólido.

Importancia del concreto la calidad como resultado influirá de manera muy importante al momento de seleccionar el agregado, y también de la calidad profesional del ingeniero. Su empleo al pasar de los días es mayor, en la actualidad son utilizados con distintos propósitos.

Red vial superficie terrestre por donde transitan vehículos y peatones, son diseñadas de acuerdo a la cantidad de vehículos y al tipo de pavimento que será requerido, estas pueden ser públicas como privadas (MBA, Ing. Mario Becerra Salas CIP 79290).

Pavimento son soluciones creados para los caminos, diseñados para llevar desarrollo a un determinado lugar, mejorando y manteniendo condiciones óptimas transitabilidad a lo largo de su periodo de diseño, están formada por capas granulares y carpeta de rodadura que descansan sobre el suelo de cimentación conocido como sub rasante.

Pavimento rígido capa de concreto puede ser de losa o adoquines, se denomina pavimento rígido debido a varios aspectos y las propiedades de la carpeta de concreto, que disipan las cargas producto de los vehículos y transeúntes, las cargas llegan a distribuirse de tal manera que sea eficiente.

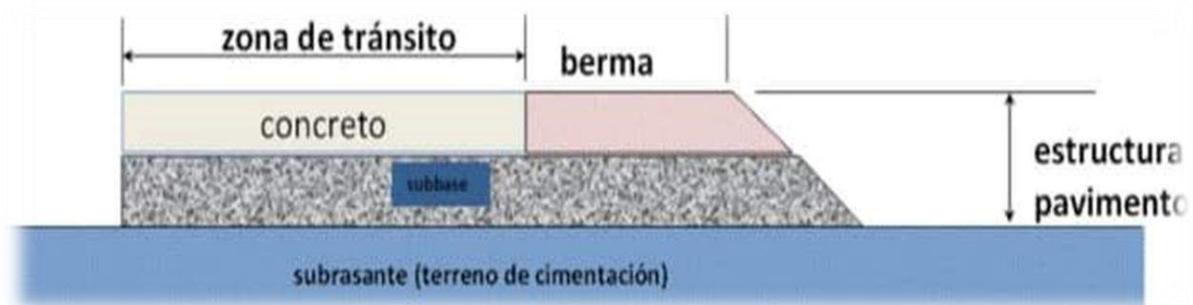


Figura 1. Diseño de un pavimento rígido.

Fuente: Elaboración de ing. Mario.

Metodología AASHTO 93, se calcula partiendo de un eje patrón de 8.2 ton llamado también Esal, se calcula considerando parámetros de diseño como la serviciabilidad.

Comportamiento de los Pavimento estas estructuras deberán ser diseñados, construidos de forma correcta siguiendo los pasos de la normas y mantenidos con la finalidad y propósito de encontrar un concreto que tenga un comportamiento lo más funcional posible y estructuralmente optimo durante su periodo de diseño.

Comportamiento funcional están encargadas de satisfacer comodidad y seguridad a los transeúntes y conductores, están relacionadas con apariencias que dañan la estructura de la carpeta de rodadura.

Comportamiento Estructural tiene la capacidad y también la función que tiene el pavimento para distribuir las cargas de tránsito y, factor importante que intervienen en el deterioro de pavimentos es el clima, actualmente están siendo consideradas en las metodologías de diseño, antes no lo tenían presente en su diseño.

Pavimento de concreto simple con juntas (JPCP) para la construcción de esta estructura se suele llevar a practica con juntas de contracción transversal, éstas podemos observar que están espaciadas 3.5 y 6.0 m. La carga se transfiere través del uso de paños ubicados adyacentemente a partir de la trabazón de agregados o empleando pasadores.



Figura 2. Pavimento JPCP.

Fuente: Elaboración de ing. Mario Becerra Salas.

Pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP) se refuerza con mallas de acero el concreto que ira colocado como carpeta de rodadura, así permite que las juntas trasversales de contracción lleguen a estar separadas a distancias entre 7.5 y 9.0 m, no se considera en las nuevas tecnologías ya no lo toman en cuenta



Figura 3. Pavimento rígido JRCP.

Fuente: Elaboración de ing. Mario Becerra Salas.

Pavimento de concreto continuamente reforzado (CRCP) una armadura de acero de múltiples cuantías controla las tensiones al pavimento, se espera controlar las fallas de fisuras, que se encuentran a lo largo de la carpeta de rodadura con distancias que oscilan entre 0.6 y 2.0m. Pavimento muy usado en Europa.

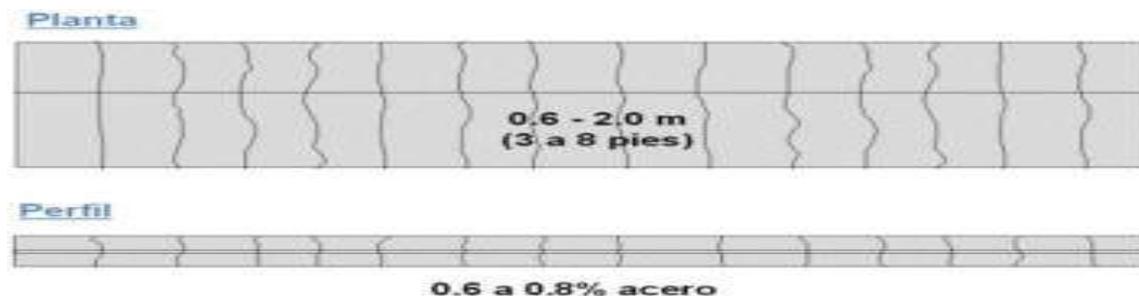


Figura 4. Pavimento rígido- CRCP

Fuente: Elaboración de ing. Mario Becerra Salas.

Pavimento con losas cortas (Optipave) empíricamente se dio a conocer este tipo de pavimento, su aplicación se da en zonas de gradientes donde se consideran la humedad y su temperatura elevadas. Este tipo de pavimento se trabaja con

dimensiones menores de 1.8 x 1.8 (aunque puede variar), se caracteriza, ante condiciones climáticas externas tiene propiedad de controlar la fisuración

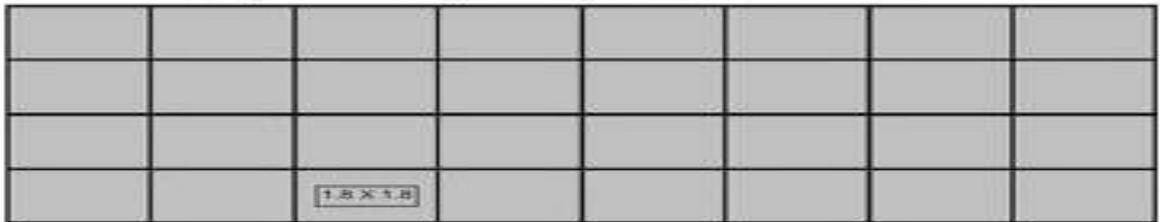
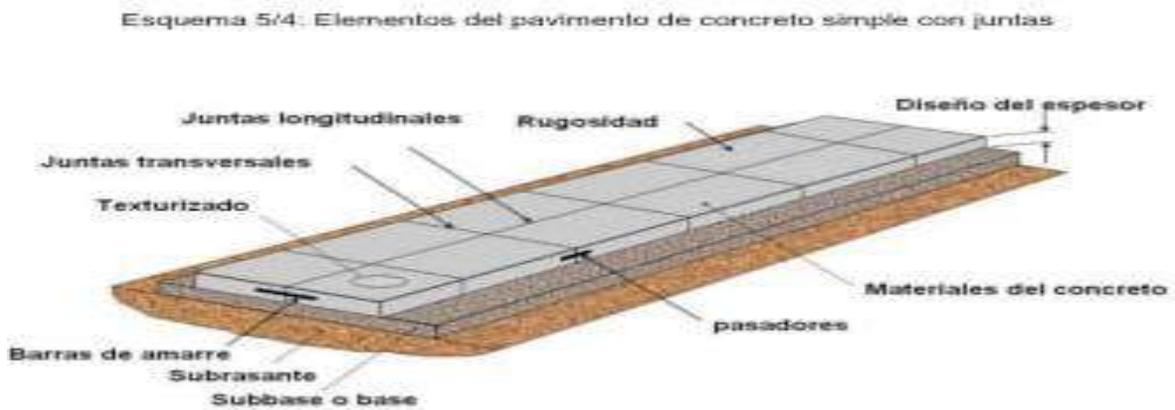


Figura 5. Pavimento rígido optipave.

Fuente: Elaboración de ing. Mario Becerra Salas.



Fuente: American Concrete Pavement Association (ACPA)

Figura 6. Elementos de un pavimento.

Fuente: Elaboración de ing. Mario Becerra Salas.

Subrasante viene hacer a nivel de movimiento de tierras la superficie terminada de la vía, se comprende que es el asiento de la conformación del pavimento, conformados por suelos seleccionados que presenten buenas condiciones aceptables.

Sub Base es la capa apoyada sobre la subrasante, compuesta por materiales granulares de buena gradación, también se usa como capa de drenaje, esta sometido a menores cargas y también es un excelente controlador de capilaridad del agua. (MTC, 2013 pág. 21)

Base tiene la funcionalidad de ofrecernos una capa resistente a los esfuerzos ocasionados por los vehículos, transmitiendo estas cargas dirigidas a la sub-base y sub rasante, en posibles casos sucede que la base trabaje como la sub base.

Drenaje la estructura de pavimento puede ser dañado por las lluvias torrenciales si no se cuenta con un buen manejo de control del agua libre.

Transito las metodologías de diseño de pavimentos consideran diseñar accesos que permitan el tránsito de vehículos con cargas de diversas características durante su vida útil. Tener en cuenta que para el diseño de un pavimento se requiere el tipo de vehículo y su peso que transitaran en el pavimento.

Granulometría, Neville (1999), menciona que la gradación viene hacer la operación que separara las muestras de agregados en fracciones, estas partículas son de la misma dimensión.

Viene hacer la repartición en peso de las partículas, el tamizado y la sedimentometria son las formas de realizar el ensayo granulométrico.

Ensayo CBR este ensayo es utilizado para evaluar la calidad portante con base a su resistencia, esto vemos en suelos compactados como terraplenes, capas de firme, consiste en compactar un terreno en moldes normalizados, sumergidos en agua.

Ensayo Proctor este ensayo de compactación es utilizado con el propósito de obtener la humedad optima de compactación de un estrato, se utiliza para estratos que poseen 30% o menos en peso de sus partículas.

Propiedad de la mezcla en carreteras con losas de concreto hidráulico, se considera su resistencia al intemperismo y a la flexotracción, para mostrar buena conducta ante la abrasión ocasionado por el fluido de los vehículos.

Concreto fresco en estado fresco vemos: consistencia o fluidez que se denomina a la oposición de la resistencia al probar cambios en sus deformaciones; docilidad, homogeneidad y compacidad son parte de las propiedades en estado trabajable.

Concreto endurecido en estado endurecido encontramos: la elasticidad, la resistencia que incrementa con el adecuado curado durante el tiempo de sumergido.

Curado Para lograr el esfuerzo buscado necesita que el concreto permanezca en condiciones húmedas durante un tiempo de periodo con el fin de concretarse la hidratación del cemento.

Agregado se considera la parte discontinua del concreto, son de origen natural o también artificial, son materiales que conjuntamente con la pasta están adheridos y pueden llegar a ocupar a variar entre el 62% y 78% del metro cúbico.

Canteras para seleccionar una cantera se debe tener en cuenta aspectos como incluir estudios de origen geológico, identificar sus propiedades y su comportamiento del material utilizado como agregado, costos de transporte, rendimiento en relación a la magnitud del proyecto.

Resistencia a la compresión aumenta con los días, va depender mucho del estado de humedad durante el tiempo de depósito, esta se encuentra en función de la relación de agua y cemento, de manera mas considerada que otras características como la calidad de los agregados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación.

La investigación practica empírica también se le conoce como investigación aplicada, que se caracteriza por la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, donde se enfoca en buscar resultados a una problemática dentro de un contexto (Príncipe, 2016, p.12)

El tipo de investigación es aplicada por que el objetivo es realizar un pavimento mejorado al pavimento convencional y luego pueda ser utilizada en la investigación en beneficio de conductores y transeúntes.

Diseño de investigación

Cuando mencionamos diseños experimentales nos referimos a la investigación de tipo cuantitativa, son casi insignificantes para el enfoque cualitativo (Hernández Sampieri 6ta edición).

Diseño experimental – cuasi experimental: Porque se trata de analizar como influenciara la adición de la ceniza de cascarilla de huevo en el diseño del pavimento rígido, en la avenida Próceres distrito de Chilca, para luego concluir si son más resistentes a los esfuerzos físico-mecánicos, que serán obtenidas a través de ensayos de laboratorio.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable representa a aquello que varía o este sujeto a algún tipo de cambio, caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable, es un símbolo que se permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo (Según Herrera 2016).

Según Mejía y Avalos (2008 - 2014). Las variables independientes se denominan así las supuestas causas. Dependientes las de posibles efectos, esta variable es

susceptible de ser manipulada por el investigador, la misma variable también puede ser independiente y dependiente viendo el tipo de caso.

La variable dependiente viene hacer el efecto medido en el proyecto de investigación, es la razón donde el tesista observa la variable independiente para determinar el efecto que produce según Sampieri (2019).

Reguant y Martínez (2014) En su investigación explican de la operativización, su importancia suele ser bastante reducida, muy posiblemente esto tiene que ver con el hecho que se trata de un proceso lógico, adaptado a cada tema de investigación.

- ❖ **Variable dependiente:** Diseño del Pavimento Rígido.
- ❖ **Variable Independiente:** Adición de ceniza de cascara de huevo

Definición conceptual:

Para la variable Dependiente “Diseño del Pavimento Rígido” La estructura del pavimento está relacionado con el rendimiento directamente con las propiedades físicas y la condición de los suelos del lecho de camino. (Frederick s. Merritt)

AASTHO 93 Nos enseña que al terminar una construcción en estructura de pavimento recién construida empezara a dar servicio considerando un nivel alto, al pasar los días.

Para la variable Independiente “Adición de la ceniza de cascara de huevo” la adición producto de la incineración de cascara de huevo es un excelente complemento para el concreto por la presencia de óxido de calcio (CaO), en el cual este insumo es de importancia en la producción de los compuestos cementantes.

Gina Ahlstrom (2019) las técnicas usadas en la creación de pavimento sostenible se pueden incorporar a todos los pavimentos iniciando desde su diseño hasta el final de

su periodo de vida. La reciclabilidad futura es un factor principal para garantizar la implementación de técnicas innovadoras.

Revisar la matriz de operacionalización

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

Para la investigación vamos a considerar en cuenta los pobladores colindantes a la avenida Próceres, y los habitantes del distrito de Chilca.

La población es el conjunto de todos los casos que se concuerden con una serie de especificaciones (Iepkowski 2008)



Figura 7: Zona de la población del lugar de estudio.

Fuente: Google Earth.

Muestra:

Denominado un sub grupo de la población, denominado subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población (Roberto Hernández sampieri 6 edición p, 174)

La muestra que utilizamos en esta investigación comprende la avenida Próceres consta de 0.5 km, tomamos en cuenta todo el tramo de la Avenida Próceres desde la Avenida Huancavelica hasta la avenida Panamericana Sur, debido a que es una avenida principal, al ser pavimentada mejorara el fluido vehicular y la satisfacción de los vecinos Colindantes a la Avenida Próceres.

Muestreo:

Viene hacer el curso en el cual se conoce la probabilidad que tiene cada elemento para integrar la muestra (Arias 2006, p. 83)g

El muestreo de este proyecto de investigación se usará la técnica no probabilística por qué se va seleccionar la avenida muestral de manera intencional, el cual se diseñará un pavimento rígido a base estudios básico de ingeniería.

Unidad de análisis:

En este proyecto consideramos el espacio ubicado en la avenida Próceres, en el cual se ha considerado desde la avenida Próceres y Humboldt hasta la avenida Próceres y Panamericana sur.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**Técnicas:**

Conjunto conformado por mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos (Valderrama 2002).

Cuando mencionamos la investigación científica, se considera a los procedimientos y medios que hacen operativos los métodos (Ezequiel Ander 1995, p. 42)

La técnica que se utilizó para obtener datos como el tráfico se aplicó la observación y para las características del suelo y agregado se requirió de la técnica manual.

Instrumentos:

Los instrumentos vienen hacer un recurso y se puede recopilar de ello información, dentro de cada instrumento se puede distinguir dos aspectos diferentes: una forma y un contenido (Bernardo y Caldero 2000).

En la elaboración de esta investigación se recolecto datos, y para ello se necesitó la ayuda de las fichas de registro de laboratorio y emitida por MTC

El instrumento del Software de Excel fue muy elemental para la elaboración y procesamiento de datos

Validez y confiabilidad:

La validez de un instrumento de medición se evalúa sobre la base de todos los tipos de evidencia, cuanta mayor evidencia de validez de contenido, validez de criterio y de validez de constructo tenga un instrumento de medición, este se aproximará más a representar las variables que pretende medir (Hernández- Sampieri 6 edición, p. 204)

Nos enfocamos la investigación tenga la validez y confiabilidad durante el desarrollo de los estudios realizados de este proyecto, han sido pruebas estandarizadas para el estudio de suelos, los equipos para los ensayos se encuentran debidamente calibradas, los resultados de los ensayos realizados se encuentran con la certificación de valides del laboratorio Ingeniería Especializada. SAC.

3.5. Procedimientos.

Para empezar a realizar el proyecto de investigación, se realizo las actividades de reconocimiento de la zona de estudio, cantidad de cuadras, ubicación de los pozos

exploratorios, estas actividades se realizaron a través del recorrido y reconocimiento del terreno.

Se tomará en cuenta la ubicación del proyecto de investigación el cual está comprendido desde la avenida Humboldt y Próceres, hasta la avenida Panamericana Sur y próceres, con un aproximado de 0.5km.

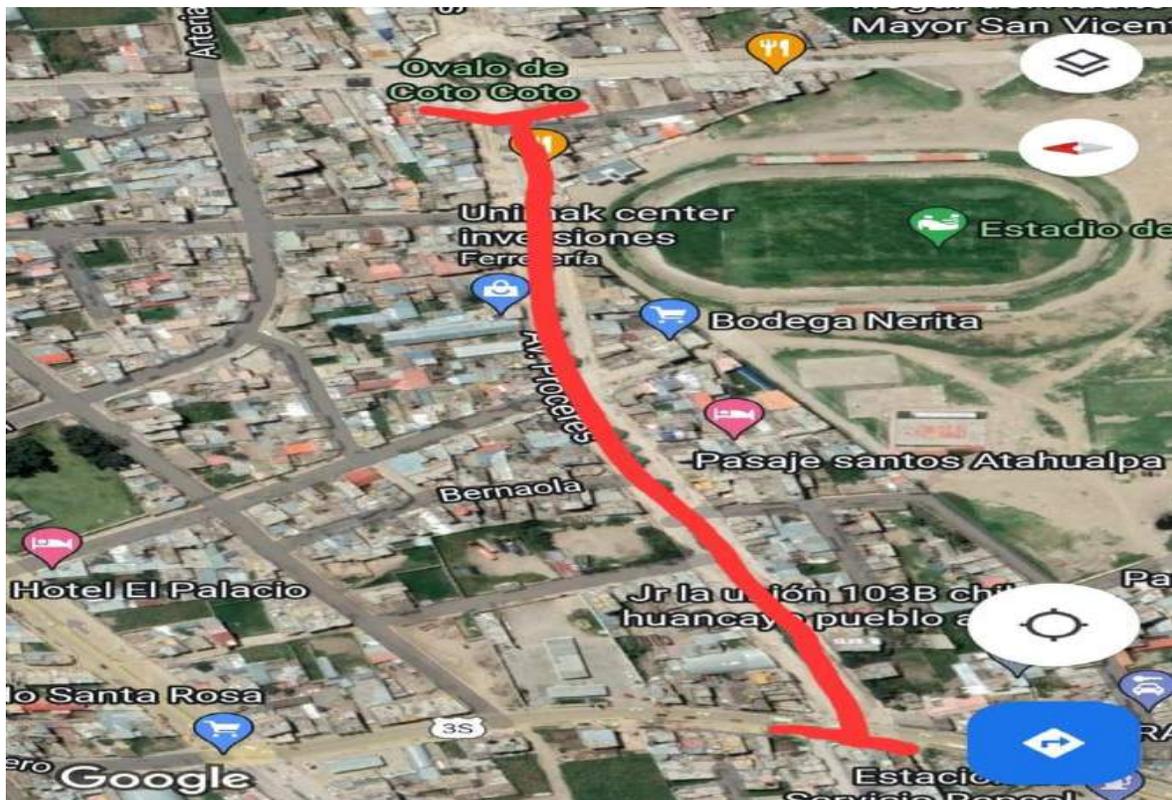


Figura 8: Ubicación del lugar de estudio.

Fuente: Google Earth.

Para los estudios de mecánica de suelos, se envió una solicitud dirigida al supervisor de obra, peticionando para el permiso y acceso correspondiente para realizar los estudios de ingeniería donde se ejecutará el proyecto de investigación.

Para empezar el levantamiento con la ayuda del GPS se desplazó hacia el primer punto el equipo y La ayuda de un técnico para la toma de datos y coordenadas para

luego realizar la descripción del terreno con la ayuda de los equipos: GPS, cuaderno de apuntes, etc.

Seguidamente se corroboró los datos y luego se procesó los datos topográficos en gabinete con la ayuda del programa AutoCAD civil Y Excel, elaborando así los planos topográficos, el perfil longitudinal.

Una vez realizado las 02 calicatas de forma alternada de un 1.50 metros de profundidad, según el (MTC, p.23), se procedió a clasificar los suelos por el sistema AASTHO y SUCS para pavimentos, se elaboró dos perfiles estratigráficos por cada estrato para el sector que se va a realizar el proyecto de investigación.

Continuando con los ensayos básicos de suelos en laboratorio: Ingeniería Especializada s.a.c. se realizaron basándose en el procedimiento de la NTP 339.134.1998 de granulometría (Ensayo MTC EM 107), humedad natural (Ensayo MTC EM 108), límite líquido (Ensayo MTC EM 110), límite plástico (Ensayo MTC EM 111), Índice de plasticidad, límite de contracción (Ensayo MTC EM 112), peso específico, densidad máxima seca, Ensayo de Proctor modificado (ASTM D-1557 y NTP.339.141) y Ensayo de CBR (Ensayo MTC EM 132), para conocer las características del suelo y realizar el diseño del pavimento.

Se realizó la observación en campo para contabilizar los vehículos en general, con la intención de obtener el conteo vehicular semanal, con la ayuda del formato emitido por el MTC, para el conteo vehicular se realizó contabilizando por el promedio de 24 horas, de manera visual y luego ser empleado en nuestra investigación.

Para proseguir con la investigación de la avenida próceres, se realizó la caracterización de nuestros agregados que serán empleados en nuestro diseño de mezcla , la cual se realizó el cuarteo correspondiente, ensayos de: peso unitario, peso unitario compactado, granulometría, peso específico; los agregados fueron extraídos de las canteras, arena gruesa de la cantera San Jerónimo y la piedra chancada ^{3/4"} de la cantera de Pilcomayo las 2 ubicadas en la provincia de Huancayo.

Previamente al diseño de mezcla, se realizó diversas tareas, así como la recolección de la cascarilla de huevo, donde se obtuvo por medio de coordinación con calderías, pollerías y restaurantes. Luego de la recolección se pasó a la incineración de la cascara de huevo, para así poder obtener la ceniza y pueda ser utilizada en el proyecto de investigación.

Para la dosificación del concreto de resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ se realizó ensayos en su estado plástico como el ensayo de slump (NTP 339.035.1999) con la herramienta del cono de Abrams, ensayo de temperatura; tanto al concreto convencional y al concreto adicionando el producto de la incineración de la cascara de huevo.

Seguidamente se va realizar la dosificación y la mezcla que será utilizado en el pavimento con un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la cual fabricaremos 09 testigos o probetas de concreto convencional, y de igual manera para el diseño de concreto adicionando el insumo de la ceniza de la cascara de huevo en porcentajes 4%, 8% y 12% basándonos en la norma E- 060 de concreto armado, los cuales serán sometidos a ensayos de compresión y deflexión (NTP 339.034.1999), para realizar este ensayo los testigos o probetas serán sumergidas a un tanque de agua con el propósito de ser curadas, las cuales serán retiradas a los 7, 14, y 28 días de la fabricación de las probetas.

culminado de realizar los testigos con las proporciones de 0,4,8,12 y 16% de ceniza, se pasó a realizar los ensayos de compresión y deflexión a los testigos curados a los 7,14 y 28 días y obtener los resultados y sacar sus conclusiones obtenidas después de haber experimentado en el concreto con la incorporación de la ceniza de la cascarilla de huevo.

3.6 Método de análisis de datos.

Los resultados que se obtuvieron a partir del análisis del planteamiento de la hipótesis, el cual será sustentado por los ensayos físicos y mecánicos realizados en el laboratorio de Ingeniería especializada s.a.c, para el diseño del pavimento se empleó diagramas, tablas de frecuencia, gráficos, softwares.

3.7 Aspectos éticos.

en el desarrollo del proyecto de investigación se realizó con toda la veracidad, honestidad posible, los datos recolectados y obtenidos son datos confiables, cumpliendo siempre el régimen de las normas a utilizar en el proyecto.

IV. RESULTADOS

Estudio topográfico.

El levantamiento con GPS se realizó con el propósito para poder representar el terreno de estudio, en los siguientes planos fundamentales, alineamiento horizontal, plano de perfil longitudinal y un plano de secciones transversales para conocer las condiciones geográficas, para también poder ubicar nuestras calicatas en el lugar de estudio.

para realizar el trabajo de campo se solicitó el permiso correspondiente al ingeniero supervisor de obra encargado de la pavimentación, por medio de una solicitud dirigida al ingeniero supervisor.

Ubicación y descripción del área de estudio.

el levantamiento topográfico se realizó en el distrito de Chilca en la provincia de Huancayo del departamento de Junín, ubicándose exactamente en la avenida Próceres con intersección con la avenida Huancavelica hasta la avenida Panamericana Sur; para el levantamiento topográfico se solicitó el servicio de un asistente técnico con GPS y cuaderno de apuntes. se pudo definir que la vía Próceres no presenta desnivel de consideración.



Figura 9. Ubicación y Elevación de la avenida próceres
Fuente: Google Eart

Trabajo en Campo.

El levantamiento topográfico consta de 0+500 km, comprendida próceres con intersección con la avenida Huancavelica hasta la avenida panamericana sur para el cual se realizó con la ayuda de los equipos:

- GPS.
- Cuaderno de campo.
- Computadora.

El procedimiento se realiza con los siguientes pasos

- Reconocimiento del lugar y área de trabajo al realizar el levantamiento topográfico.
- Posicionar el punto de control topográfico.
- Realizar y verificar la obtención de datos tomados Enel campo.
- Procesamiento de los datos en gabinete, utilizando el AutoCAD

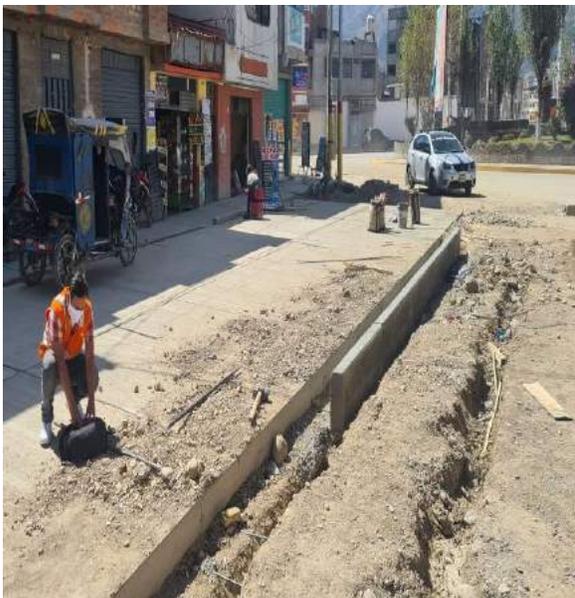


Figura 10: Levantamiento topográfico con GPS.
Fuente: Elaboración propia.

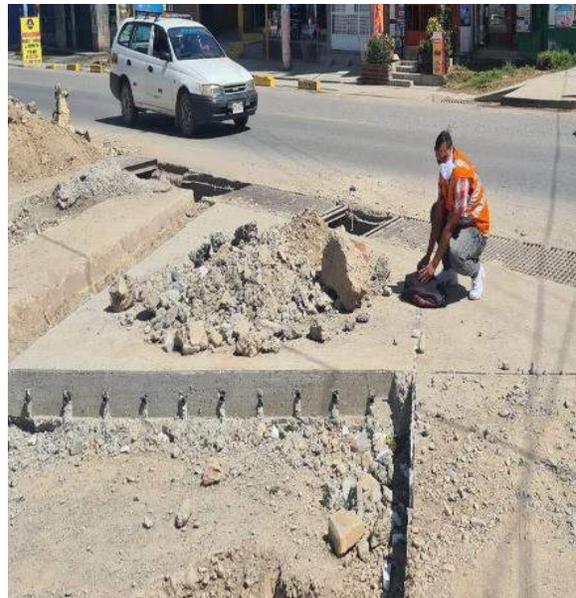


Figura 11: Levantamiento topográfico con Gps.
Fuente: Elaboración propia.

Estudio de Trafico.

Es la base fundamental para diseñar pavimentos tanto rígidos como flexibles, su resultado es de consideración para realizar la clasificación de volumen de tráfico.

Según el manual del MTC, el tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo de estudio, por eso es requisito para nuestro pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la avenida próceres – Chilca 2022

El conteo vehicular se realizó de manera visual durante el transcurso de siete días con la ayuda de un formato por el MTC que permite contabilizar los vehículos en general, el conteo se realizó desde el 06 de abril hasta 12 de abril del 2022 durante el transcurso de 24 horas.

Tabla 01: *Características del lugar del estudio.*

Tramo	Longitud	Vía	Número de carriles/ sentidos.
Av. Próceres con intersección con la Av. Huancavelica hasta Av. Próceres y la Av. Panamericana sur.	0+550	No pavimentada	2-2

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 02: *Resumen de conteo vehicular.*

Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	total
Auto	310	326	330	410	458	520	150	358
Station Wagon	254	275	284	312	325	364	128	277
Pick Up	125	152	85	98	105	110	65	106
Panel	50	65	42	36	49	52	10	43
Rural Combi	350	368	335	374	410	458	326	374
Micro	63	74	68	71	97	115	54	77

Bus 2E	76	61	59	77	94	103	52	75
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	42	45	52	56	66	76	38	54
Camión 3E	36	42	53	54	62	65	5	45
Camión 4E	27	33	41	46	53	64	2	38
S. Tráiler 2s1	19	26	24	20	28	32	0	21
S. Tráiler 2s2	0	0	0	0	1	2	0	0
S. Tráiler 2s3	5	4	5	4	3	6	4	4
S. Tráiler 3s1	1	2	1	3	3	2	4	2
S. Tráiler 3s2	1	2	1	4	4	3	2	2
S. Tráiler 3s3	3	0	2	6	5	4	1	3
Tráiler 2T2	2	0	1	0	0	1	0	1
Tráiler 2T3	0	0	1	0	0	1	1	0
Tráiler 3T2	0	0	0	1	0	0	2	0
Tráiler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

Terminado de realizar la observación vehicular durante una semana, se procedió a realizar el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA), promediando así la suma total de cada clase vehículo entre 7 días, obteniendo así el resultado.

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

Dónde:
Vi Volumen vehicular diario durante una semana.
IMDS Índice Medio Diario Semanal.

Para el Índice Medio Diario Anual se obtuvo multiplicando el factor de corrección estacional, por el Índice Medio Diario Semanal de cual se consideró para vehículos ligeros: $FC= 1.125$ y para vehículos pesados se consideró $FC=1.153$, esta información se obtuvo por la Municipalidad de Chilca.

$$IMDA = FC * IMDS$$

Dónde:
FC: Factor de corrección estacional
IMDA: Índice Medio Diario Anual.

Para calcular el IMDS se reemplazo en la formula anterior el cual se obtuvo como resultado 1162 vehículos. Seguidamente se multiplico por los valores del factor de corrección estacional de vehículos ligeros y pesados.

Continuando con el diseño se obtuvo el IMDA 2022 para así poder diseñar con un periodo de diseño de 04 años, en el cual se obtuvo un IMDA 2026 con 1451vehículos.

Para el cálculo del crecimiento de transito se utilizará la fórmula para cada tipo de vehículos tanto como ligeros y pesados.

$$T_n = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Dónde:
Tn: Transito proyectado al año "n" en veh/día.
To: Transito actual.
n: Numero de años del periodo del diseño.

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito.

Consideremos

Tasa anual de vehículos livianos (r=2.1)

Tasa anual de vehículos pesados (r=2.5)

Tiempo que pasa del estudio hasta la ejecución del proyecto (n=4)

Calculamos el factor IMDA 2027, corregido multiplicando el factor correccional estacional, a cada clase de vehículo ligero y pesado.

Tabla 03. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje simple de ruedas simples (EE _{s1})	$EE_{s1} = (P/6.6)^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles (EE _{s2})	$EE_{s2} = (P/8.2)^{4.1}$
Eje Tándem (1+ eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/13.0)^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/13.3)^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = (P/16.6)^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas doble) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = (P/17.5)^{4.0}$

P= peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con los valores de las tablas del apéndice D de la guía AASTHO'93

Donde Obtuvimos para nuestro diseño de pavimento.

Eje Equivalente (EE_{8.2tn})

$EE_{s1} = (P/6.6)^{4.1}$	1.273
$EE_{s2} = (P/8.2)^{4.1}$	2.256
$EE_{TA1} = (P/13.0)^{4.1}$	1.798
$EE_{TA2} = (P/13.3)^{4.1}$	2.139
$EE_{TR1} = (P/16.6)^{4.0}$	3.083
$EE_{TR2} = (P/17.5)^{4.0}$	2.984

Donde obtendremos como resultado el total de la sumatoria del factor IMDA = 2391 después de multiplicar por cada factor mostrada en los ejes equivalentes.

Cálculo de ESAL.

Para obtener nuestro resultado para el cálculo de ESAL se tuvo las siguientes consideraciones.

- ✓ Tiempo de proyección del pavimento rígido o vida útil $n = 20$ años.
- ✓ Tasa anual de crecimiento $r = 2.5\%$

✓ Factor $Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$

- ✓ Factor $Fca =$
- ✓ Considerando: 2 calzadas
- ✓ Considerando: 2 carriles
- ✓ Considerando: 2 sentidos
- ✓ Factor ponderado $Fd \times Fc = 0.4$ (obtenido de la tabla)

Tabla 04. Cálculo de factor de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor Ponderado $Fd \times Fc$ para carril de diseño
	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
1 calzada	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
(para IMDA	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
total de la	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
calzada)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzada con	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
separador	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
central.	2 sentido	3	0.50	0.80	0.30
(para IMDA	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25
total de la	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25
calzada)					

Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con los valores de las tablas de la guía AASTHO'93

Para el cálculo de ESAL se realizó a través de la fórmula:

$$ESAL = ESAL_0 \cdot 365 \cdot Dd \cdot DI \cdot \left\{ \frac{1 + r^n}{r} - 1 \right\}$$

Donde:

- ESAL₀ = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- Dd = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- DI = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Período de diseño

Figura 12. Ecuación para el cálculo del Esa o ejes equivalentes.

Fuente: Elaboración propia.

Se hizo el cálculo de los ejes equivalentes, teniendo en cuenta en la fórmula anterior, teniendo como resultado 8 918 571.

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO.

Metodología del ASTHO 93.

$$\log_{10} W_{12} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dt} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 13. Ecuación para pavimento.

Fuente: Manual de carreteras MTC.

Tabla 5. Cuadro de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño.

Tipos tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
Tp5	>1"000,000 EE
	≤1"500,000 EE
Tp6	>1"500,000 EE
	≤3"000,000 EE
Tp7	>3"000,000 EE
	≤5"000,000 EE

Tp8	>5"000,000 EE
	≤7"500,000 EE
Tp9	>7"500,000 EE
	≤10"000,000 EE
Tp10	>10"000,000 EE
	≤12"500,000 EE
Tp11	>12"500,000 EE
	≤15"000,000 EE
Tp12	>15"000,000 EE
	≤20"000,000 EE
Tp13	>20"000,000 EE
	≤25"000,000 EE
Tp14	>25"000,000 EE
	≤30"000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras MTC.

De la tabla obtenemos que se trata de un Tp 9 por los ejes equivalentes igual 8 918 571 EE porque se encuentra en el rango > 7 500 000 EE a ≤10"000 000 EE.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	Tp2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	Tp3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	Tp4	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	Tp11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	Tp12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	Tp15	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Figura 14. Diferencial de serviciabilidad (PSI)

Fuente: Manual de carreteras MTC.

De la tabla obtenemos la diferencial de serviciabilidad (PSI) que tiene un valor de 1.80

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15	>30'000,000		95%	-1.645

Figura 15. Nivel de confiabilidad (R) y Desviación estándar de normal (Zr)

Fuente: Manual de diseño ASTHO 93.

De la tabla obtendremos un valor de R=90% y Zr=-1.282.

Considerando un $F''c=210 \text{ kg /cm}^2$; Modulo de reacción combinado (Kc)= 230.4 lb/pulgadas³ ; Modulo de rotura (Mr) = $a \sqrt{f''c}$ considerando a = 2.5 ; Cd=1

Valor de transferencia de carga (J)= 2.8 con pasadores

ESTUDIOS DE SUELOS.

Para los estudios de suelo del tramo 0.5 km se realizó 2 calicatas se de acuerdo al MTC de manera alternada.

Tabla 6: Ubicación de las calicatas

Calicatas	Progresiva
C-01	000+200
C-02	000+400

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Cuadro de número de cantidad de pozos exploratorios de suelos.

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido. 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o mas carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto..	<ul style="list-style-type: none"> - Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido. 	
Carretera de primera clase carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una sola calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.

Carreteras de segunda clase carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 3 calicatas x km
Carreteras de tercera clase carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 2 calicatas x km
Carreteras de bajo volumen de tránsito carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto.	- 1 calicatas x km

Fuente: Manual de ensayo de materiales del MTC.

Clasificación del suelo.

Para la Clasificación del suelo se realizó mediante el método SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

C-01: Progresiva: 000+200.

Tabla 8: Resultado del límite líquido, plástico, e índice de plasticidad de suelo. NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)

Limites	Resultado
L.L	31
L.P	25
Í.P	6

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 9: Porcentaje de fracciones granulométricas.

% Agregados	Resultado
% Grava	1.2
% Arena	25.9
% Finos	72.9

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 10: Resultado de contenido de humedad de un suelo.

Contenido de humedad	Resultado
% Humedad	14.1

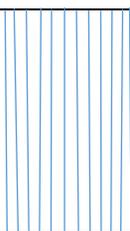
Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 11: Clasificación de suelos con propósito de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Símbolo	ML
Nombre	Limo con arena.

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 12: Perfil estratigráfico.

Profundidad	Clasificación	Grafico	Descripción y clasificación del material: color, humedad natural, plasticidad, estado natural de compacidad, forma de las partículas, tamaño Máximo de piedras, presencia de materia orgánica, etc.
0.50	ML		Limo con arena, plasticidad media, estado húmedo, color marrón oscuros de consistencia media.
1.00			
1.50			

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Ensayo Proctor modificado NTP 339.141**Tabla 13:** Máxima densidad seca/Optimo contenido de humedad.

MDS/Densidad seca	Resultado
Máxima densidad seca	1.815 g/cm ³
Densidad seca (g/cm ³)	19.9 %

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 14: Compactación de moldes.

Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	1.815	1.689	1.528
Contenido de Humedad (%)	20.0	19.9	19.8

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Ensayo CBR :

Tabla 15: Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración.

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ³)	C.B.R (%)
I	0.10	52	1000	5.2
II	0.10	34	1000	3.4
III	0.10	15	1000	1.5
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.		5.2%		
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.		3.7%		

Fuente: Ensayo de laboratorio.

C-02: Progresiva: 000+450.

Tabla 16: Resultado del límite líquido, plástico, e índice de plasticidad de suelo. NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)

Limites	Resultado
L.L	30
L.P	26
Í.P	4

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 17: Porcentaje de fracciones granulométricas.

Agregados	Resultado
% Grava	1.8
% Arena	18.8
% Finos	79.4

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 18: Resultado del contenido de humedad de un suelo.

Contenido de humedad	Resultado
% Humedad	12.8

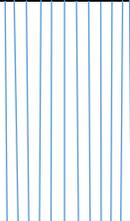
Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 19: Clasificación de suelos con propósito de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Símbolo	ML
Nombre	Limo con arena.

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 20: Perfil estratigráfico.

Profundidad	Clasificación	Gráfico	Descripción y clasificación del material: color, humedad natural, plasticidad, estado natural de compacidad, forma de las partículas, tamaño Máximo de piedras, presencia de materia orgánica, etc.
0.50	ML		Limo con arena, plasticidad media, estado húmedo, color marrón oscuros de consistencia media.
1.00			
1.50			

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Ensayo Proctor modificado NTP 339.141**Tabla 21:** *Máxima densidad seca/Optimo contenido de humedad.*

MDS / Densidad seca	Resultado
Máxima densidad seca	1.836 g/cm ³
Densidad seca (g/cm ³)	19.2 %

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 22: *Compactación de moldes.*

Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	1.836	1.697	1.554
Contenido de Humedad (%)	19.3	19.2	19.1

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Ensayo CBR:**Tabla 23:** *C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración.*

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ³)	C.B.R (%)
I	0.10	54	1000	5.4
II	0.10	37	1000	3.7
III	0.10	18	1000	1.8
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.		5.4%		
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.		4.3%		

Fuente: Ensayo de laboratorio.

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.

Es primordial conocer la variedad de la calidad de los agregados gruesos y finos que se utilizaron en el proyecto de investigación, obtenidos de las canteras Pilcomayo: piedra chancada de $3/4$ pulgadas y la cantera San Jerónimo de Tunan: arena gruesa.

Tipo de material: Piedra chancada de $3/4$ pulgadas.

Cantera: Pilcomayo-Huancayo

Tabla 24: *Análisis Granulométrico, TM, TMN, MF.NTP 400.012*

Tamiz	Abertura (mm)	%Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa	NTP 400.037 Huso 67 % Que pasa por los tamices normalizados
1 in	25.000	0.0	0.0	100.0	100
$3/4$ in	19.000	5.5	5.5	94.5	90 a 100
$1/2$ in	12.500	30.3	35.8	64.2	---
$3/8$ in	9.500	29.6	65.4	34.6	20 a 55
N° 4	4.750	30.0	95.4	4.6	0 a 10
N°8	2.360	2.2	97.6	2.4	0 a 5
Fondo		2.4	100.0		-
	TM				1 in
	TMN				$3/4$ in
	MF				6.64

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 25: *Peso Unitario Compactado Seco-PUSS.*

Masa de la muestra suelta húmeda + masa de molde (kg).		18.473	18.456	18.444
Masa de molde (kg).	(kg).	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra suelta húmeda (kg).	(kg).	13.516	13.499	13.487
Volumen del molde ($1/3$ ft ³) (m ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1432	1430	1429
Promedio peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1430	-	-
Promedio peso unitario suelto seco (kg/m ³)	(kg/m ³)	1422	-	-

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 26: *Peso Unitario Compactado Seco-PUCS.*

Masa de la muestra suelta húmeda + masa de molde (kg).		19.318	19.326	19.293
Masa de molde (kg).	(kg).	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra suelta húmeda (kg).	(kg).	14.361	14.369	14.336
Volumen del molde ($1/3$ ft ³) (m ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1521	1522	1519
Promedio peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1521	-	-
Promedio peso unitario suelto seco (kg/m ³)	(kg/m ³)	1512	-	-

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 27: Datos Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Masa		Resultado
1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g) 2967
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g) 3000
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua +masa de la canastilla dentro del agua.	(g) 2846
4	Masa de la canastilla dentro del agua.	(g) 976
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g) 1870

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 28: Resultados Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Datos		Resultado
1	Masa especifica (P.E.M=A/(B-C))	(gr/cm ³) 2.63
2	Masa especifica saturado superficialmente seco (P.E.M.S.S=B/(B-C))	(gr/cm ³) 2.65
3	Masa especifica aparente (P.E.A=A(A-C))	(gr/cm ³) 2.70
4	Porcentaje de absorción ((B-A) /A*100)	1.11

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 29: Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Datos		Resultado
1	Masa de la muestra húmeda + masa de la tara.	(g) 874.1
2	Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara.	(g) 869.4
3	Masa de la tara	(g) 69.3
4	Masa del agua	(g) 4.70
5	Masa de la muestra secada al horno.	(g) 800.1
6	Contenido de humedad.	(%) 0.59

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tipo de material: Arena Gruesa.**Cantera: Rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan****Tabla 30:** Cuadro de Análisis Granulométrico, TM, TMN, MF.NTP 400.012

Tamiz	Abertura (mm)	%Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa	NTP 400.037 Huso 67
					% Que pasa por los tamices normalizados
3/4 in	19.000	0.0	0.0	100.0	100
1/2 in	12.500	0.0	0.0	100.0	100
3/8 in	9.500	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	4.750	3.2	3.2	96.8	95 a 100
N°8	2.360	13.9	17.1	82.9	80 a 100
N°16	1.180	23.9	41.0	59.0	50 a 85
N°30	0.600	26.9	67.9	32.1	25 a 60

N°50	0.300	14.6	82.5	17.5	5 a 30
N°100	0.150	12.7	95.2	4.8	0 a 10
Fondo	-	4.8	100.0	-	-
M.F				3.07	

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 31: Peso Unitario Suelto Seco-PUSS.

Masa de la muestra suelta húmeda + masa de molde (kg).		6.223	6.222	6.218
Masa de molde (kg).	(kg).	1.595	1.595	1.595
Masa de la muestra suelta húmeda (kg).	(kg).	4.628	4.627	4.623
Volumen del molde (1/10 ft ³) (m ³)	(m ³)	0.00283	0.00283	0.00283
		2	2	2
Peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1634	1634	1632
Promedio peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1633		
Promedio peso unitario suelto seco (kg/m ³)	(kg/m ³)	1615		

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 32: Peso Unitario Compactado Seco-PUCS.

Masa de la muestra suelta húmeda + masa de molde (kg).		6.574	6.564	6.569
Masa de molde (kg).	(kg).	1.595	1.595	1.595
Masa de la muestra suelta húmeda (kg).	(kg).	4.979	4.969	4.974
Volumen del molde (1/10 ft ³) (m ³)	(m ³)	0.00283	0.00283	0.00283
		2	2	2
Peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1758	1755	1756
Promedio peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	(kg/m ³)	1756		
Promedio peso unitario suelto seco (kg/m ³)	(kg/m ³)	1737		

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 33: Datos Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

	Masa	Resultado
1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g) 971.6
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g) 664.1
3	Masa del agua (w=1-2)	(g) 307.5
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g) 656.6
5	Masa del balón	(g) 164.1
6	Masa de la arena secada al horno (A= 4-5)	(g) 492.5
7	Volumen del balón V= 500 ml.	500

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 34: Resultados Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Datos		Resultado	
1	Masa específica (P.E.M=A/(V-W))	(gr/cm ³)	2.56
2	Masa específica saturado superficialmente seco (P.E.M.S.S=500/(V-W))	(gr/cm ³)	2.60
3	Masa específica aparente (P.E.A=A/(V-W)-(500-A))	(gr/cm ³)	2.66
4	Porcentaje de absorción ((500-A) /A*100)		1.52

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Tabla 35: Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Datos		Resultado	
1	Masa de la muestra húmeda + masa de la tara.	(g)	625.3
2	Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara.	(g)	619.2
3	Masa de la tara	(g)	85.2
4	Masa del agua	(g)	6.10
5	Masa de la muestra secada al horno.	(g)	534.0
6	Contenido de humedad.	(%)	1.14

Fuente: Ensayo de laboratorio.

Diseño de Mezcla.

Concreto Patrón F^{''}c= 210 kg/cm²

Cemento: Andino Tipo I

Peso Específico: 3.15

AGREGADO FINO:

Arena gruesa.

Cantera Rio Mantaro – San Jerónimo de Tunan.

NTP 400.022

Peso específico de masa :2.56

Peso específico de masa S.S.S. :2.60

Peso específico aparente :2.66

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco :1615 kg/m³

Peso unitario compactado seco :1737 kg/m³

Módulo de finura	:3.07
% Porcentaje de absorción	:1.52
%Contenido de humedad	:1.14

AGREGADO GRUESO:

Piedra chancada de $\frac{3}{4}$ pulgadas.

Cantera Pilcomayo – Huancayo.

NTP 400.022

Peso específico de masa	:2.63
Peso específico de masa S.S.S.	:2.65
Peso específico aparente	:2.70

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco	:1422 kg/m ³
Peso unitario compactado seco	:1512 kg/m ³

Tamaño máximo nominal	: $\frac{3}{4}$ in
% Porcentaje de absorción	:1.11
%Contenido de humedad	:0.59

Diseño de Mezcla: Concreto Patrón $F''c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento- slump :6 pulgadas.
 Factor cemento :8.7 bolsas de cemento/m³ de concreto.
 Relación agua – cemento de diseño :0.558

Tabla 36: *Proporción en peso*

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	2.55
Piedra	2.13
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo	----

Fuente: Elaboración propia por tesista.

Tabla 37: *Proporción en volumen.*

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	2.34 pie ³
Piedra	2.23 pie ³
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo	---

Fuente: Elaboración propia por tesista.

Tabla38: *Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (teórico)-
2277kg/m³*

Insumos	Resultados	Características
Agua	205 L	Potable
Cemento	367 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	926 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	778 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in

Fuente: Elaboración por Laboratorio

Tabla 39: Cantidad de materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco - 2307kg/m^3

Insumos	Resultados	Características
Agua	213 L	Potable
Cemento	369 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	940 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	785 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de $\frac{3}{4}$ in

Fuente: Elaboración por Laboratorio

Diseño de mezcla adicionando ceniza de cascara huevo 4 %

Asentamiento- slump	: 5 $\frac{3}{5}$ pulgadas.
Factor cemento	:8.7 bolsas de cemento/m ³ de concreto.
Relación agua – cemento de diseño	:0.558

Tabla 40: Proporción en peso

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa (42.5kg/cm ²)
Arena	2.448
Piedra	2.130
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo 4%	0.102

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 41: Proporción en volumen.

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	2.246 pie ³
Piedra	2.230 pie ³
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo 4%	0.0936 pie ³

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 42: Cantidad de materiales secos por metro cúbico de concreto (teórico)-
2277kg/m³

Insumos	Resultados	Características
Agua	205 L	Potable
Cemento	367 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	888.96 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	778 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Ceniza de cascara de huevo 4%	37.04 kg	Recolección de cascara de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla43: Cantidad de materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por
peso unitario del concreto fresco - 2307kg/m³

Insumos	Resultados	Características
Agua	213 L	Potable
Cemento	369 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	902.40 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	785 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Ceniza de cascara de huevo 4%	37.60 kg	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Diseño de mezcla adicionando ceniza de cascara huevo 8 %

Asentamiento- slump	: 5 1/5 pulgadas.
Factor cemento	:8.7 bolsas de cemento/m3 de concreto.
Relación agua – cemento de diseño	:0.558

Tabla 44: Proporción en peso.

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa (42.5kg/cm ²)
Arena	2.346
Piedra	2.130
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo 8%	0.204

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 45: *Proporción en volumen.*

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	2.1528 pie ³
Piedra	2.230 pie ³
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo 8%	0.1872 pie ³

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 46: *Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (teórico)-
2277kg/m³*

Insumos	Resultados	Características
Agua	205 L	Potable
Cemento	367 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	851.92 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	778 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Ceniza de cascara de huevo 8%	74.08 kg	Recolección de cascarilla de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 47: *Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y
por peso unitario del concreto fresco - 2307kg/m³*

Insumos	Resultado	características
Agua	213 L	Potable
Cemento	369 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	864.80 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	785 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Ceniza de cascara de huevo 8%	75.20 kg	Recolección cascarilla de huevo: pollerías, chauferías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Diseño de mezcla adicionando ceniza de cascara huevo 12 %

Asentamiento- slump : 4 ⁴/₅ pulgadas.

Factor cemento :8.7 bolsas de cemento/m³ de concreto.

Relación agua – cemento de diseño :0.5

Tabla 48: *Proporción en peso*

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa (42.5kg/cm ²)
Arena	2.244
Piedra	2.130
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Incineración de cascara de huevo 12%	0.306

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 49: *Proporción en volumen.*

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	2.0592 pie ³
Piedra	2.230 pie ³
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Ceniza de cascara de huevo 12%	0.2808 pie ³

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 50: *materiales secos por metro cúbico de concreto (teórico)- 2277kg/m³*

Insumo	Resultado	Característica
Agua	205 L	Potable
Cemento	367 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	813.20 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	778 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ³ / ₄ in
Ceniza de cascara de huevo 12%	111.12 kg	Recolección de cascara de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 51: Materiales por metro cúbico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco - 2307kg/m³

Insumo	Resultado	Características
Agua	213 L	Potable
Cemento	369 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	827.20 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	785 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Ceniza de cascara de huevo 12%	112.80 kg	Recolección de cascarilla de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Diseño de mezcla adicionando ceniza de cascara huevo 16 %

Asentamiento- slump : 4 ²/₅ pulgadas.

Factor cemento :8.7 bolsas de cemento/m³ de concreto.

Relación agua – cemento de diseño :0.558

Tabla 52: Proporción en peso

Insumos	Proporción
Cemento	1 bolsa (42.5kg/cm ²)
Arena	2.142
Piedra	2.130
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Incineración de cascara de huevo 16%	0.408

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 53: Proporción en volumen.

Insumo	Proporción
Cemento	1 bolsa
Arena	1.9656 pie ³
Piedra	2.230 pie ³
Agua	24.60 litros de agua / bolsa de cemento
Incineración de cascara de huevo 16%	0.3744 pie ³

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 54: Cantidad de materiales secos por metro cúbico de concreto (teórico)-
2277kg/m³

Insumo	Resultado	Característica
Agua	205 L	Potable
Cemento	367 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	777.84 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	778 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Incineración de cascara de huevo 16%	148.16 kg	Acopio de cascara de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla 55: Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco - 2307kg/m³

Insumos	Resultado	Característica
Agua	213 L	Potable
Cemento	369 kg	Andino tipo I
Agregado Fino	789.60 kg	Cantera rio Mantaro-San Jerónimo de Tunan - Arena gruesa
Agregado grueso	785 kg	Cantera Pilcomayo–Huancayo – Piedra chancada de ¾in
Incineración de cascara de huevo 16%	150.40 kg	Acopio de cascara de huevo: restaurantes, calderías, etc.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Ensayos en estado fresco NTP 339.046:2019

Tabla 56: Prueba de peso unitario.

Diseño de Mezcla.	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Masa del molde + masa del concreto fresco (Kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del Molde (m ³)	Peso Unitario del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
F"=210kg/cm ²	patrón	6.948	3.261	3.687	0.0016	2304	2309
		6.957	3.263	3.694	0.0016	2309	
		6.961	3.260	3.701	0.0016	2313	
	4%	6.982	3.263	3.719	0.0016	2324	2327
		6.991	3.265	3.726	0.0016	2329	
		6.986	3.263	3.723	0.0016	2327	
	8%	7.012	3.267	3.745	0.0016	2341	2343
		7.008	3.264	3.744	0.0016	2340	
		7.015	3.260	3.755	0.0016	2347	

	7.025	3.267	3.758	0.0016	2349	
12%	7.032	3.264	3.768	0.0016	2355	2350
	7.016	3.260	3.756	0.0016	2348	
	7.025	3.262	3.763	0.0016	2352	
16%	7.031	3.266	3.765	0.0016	2353	2354
	7.039	3.269	3.770	0.0016	2356	

Fuente: Elaboración por Laboratorio

Tabla 57: Prueba de temperatura.

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Temperatura °C
F ^{''} c=210kg/cm ²	patrón	20.5
	4%	20.0
	8%	19.5
	12%	19.0
	16%	18.5

Fuente: Elaboración por Laboratorio

Tabla 58: Prueba de Asentamiento.

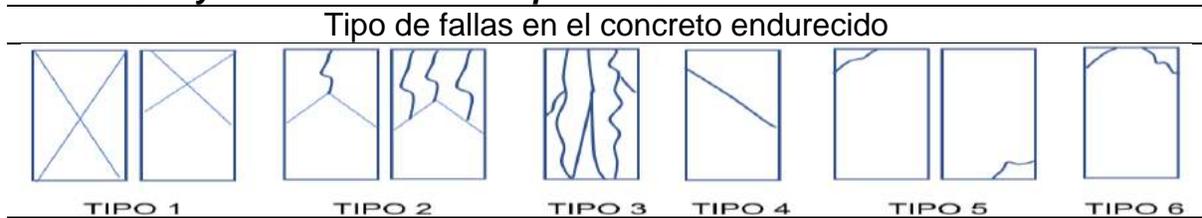
Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Asentamiento-Slump
F ^{''} c=210kg/cm ²	patrón	6 pulgadas
	4%	5 ³ / ₅ pulgadas
	8%	5 ¹ / ₅ pulgadas
	12%	4 ⁴ / ₅ pulgadas
	16%	4 ² / ₅ pulgadas

Fuente: Elaboración por Laboratorio

Ensayos en estado Endurecido NTP 339.034:2021

Para el ensayo de resistencia se realizó teniendo en cuenta primordialmente la norma NTP 339.034:2021 de concreto, se diseñó 45 testigos de concreto con un factor de diseño (F^{''}c=210kg/cm²), previamente curados con cal y luego se determinó su resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días respectivamente, seguidamente se fue tomando nota y apuntes sobre las lecturas emitidas por las balanzas y el reconocimiento del tipo de fisuras en los testimonios, para en continuación sean interpretadas según las proporciones añadidas.

Tabla 59: leyenda de fracturas de probetas.



Fuente: Elaboración de laboratorio

Notas:

1. El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el cliente.
2. El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el tesista.
3. La velocidad de ensayos a compresión fue de 0.25MPa +/- 0.05Pa/s en correlación con la norma NTP 339.034.2021.
4. Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en acuerdo con la norma NTP 339.216.2016

Ensayo Patrón de Concreto $F''c=210\text{kg/cm}^2$ – 0% de Ceniza de cascara de huevo.

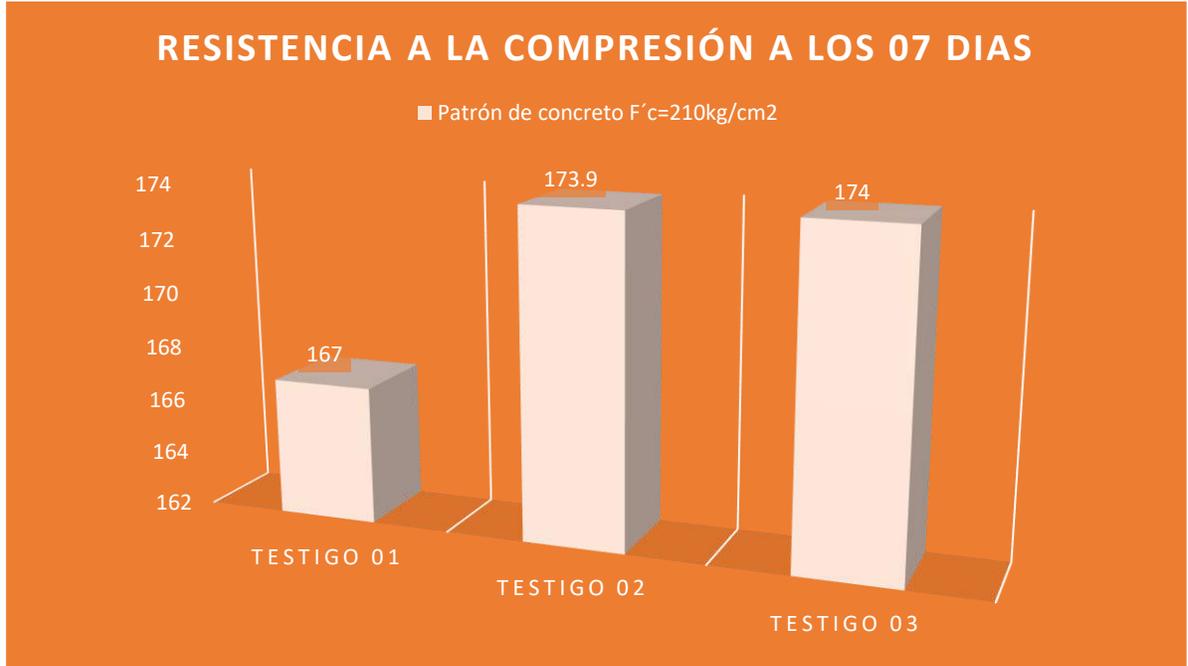


Figura 16. Testigos de concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

las resistencias obtenidas a los 07 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F''c= 171.6 \text{ kg/cm}^2$ y presentando tipos de fracturas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

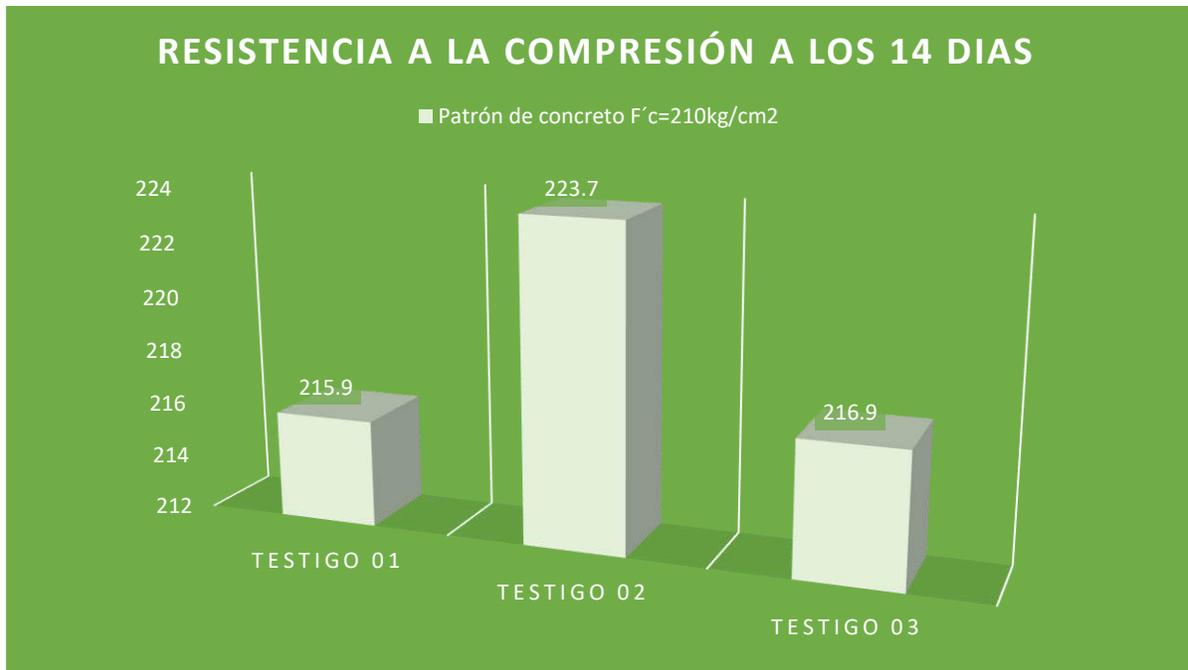


Figura 17. Testigos de concreto convencional $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ - 0% de ceniza.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Podemos concluir de los esfuerzos obtenidos a los 14 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 218.8\text{ kg/cm}^2$ y mostrando el tipo de fractura.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 03	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 01	no

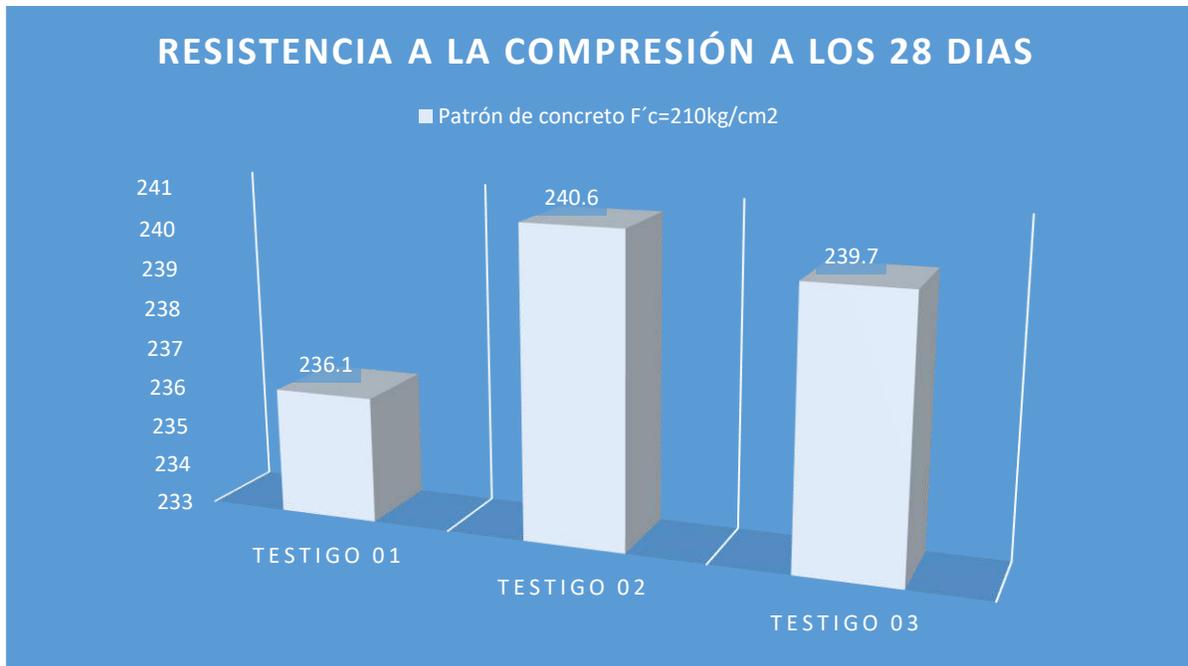


Figura 18. Testigos de concreto convencional $f'c=210\text{ kgcm}^2$ - 0% de ceniza

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Se concluye de los resultados a través de certificados, las resistencias obtenida a los 28 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 238.8\text{ kg/cm}^2$ con los siguientes tipos de fractura

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

Ensayo Patrón de Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ – 4% de Ceniza de cascara de huevo.

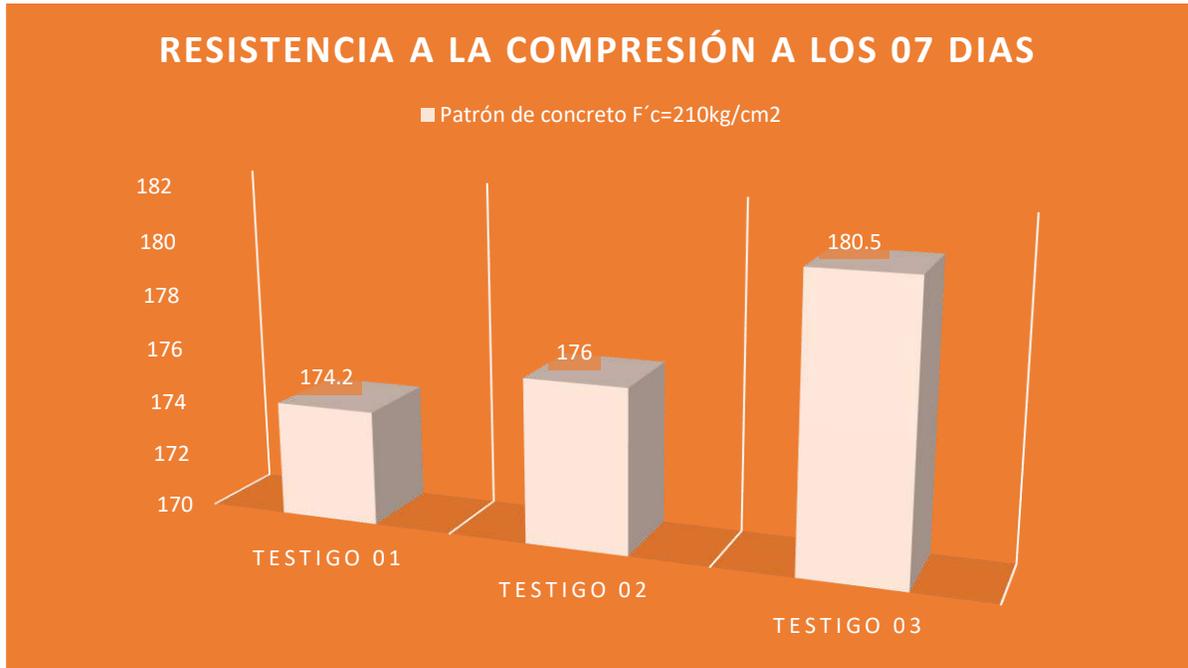


Figura 19: Concreto adicionando 4% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación:

Se concluye de los resultados de esfuerzos, obtenida a los 07 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 176.9 \text{ kg/cm}^2$ y tipos de falla.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

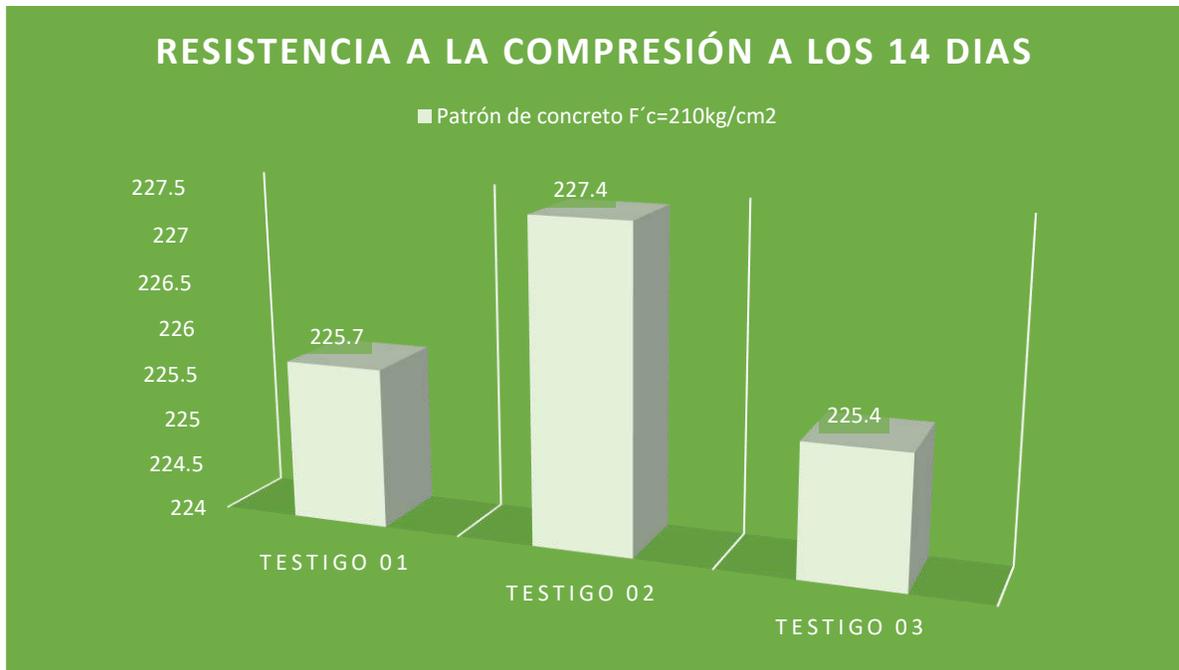


Figura 20. Concreto adicionando 4% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretacion:

De los resultados de esfuerzos, muestra tomada a los 14 días de curado, son 3 testigos que fueron sometidos resistencia a la compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 226.1 \text{ kg/cm}^2$ y 2 tipos de fallas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 03	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 01	no

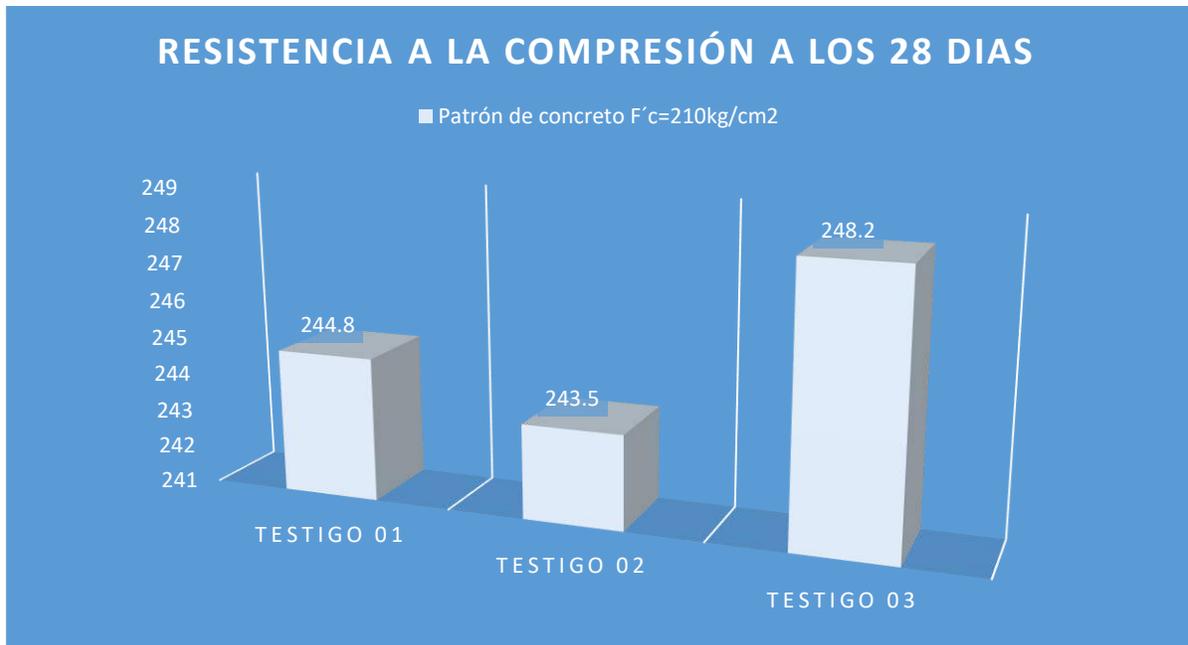


Figura 21. Concreto adicionando 4% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Los esfuerzos obtenidos en el laboratorio, compresionado a los 28 días de curado, fueron 3 probetas que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un F'c= 245.5 kg/cm², de los cuales presentaron fallas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

Ensayo Patrón de Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ – 8% de Ceniza de cascara de huevo.

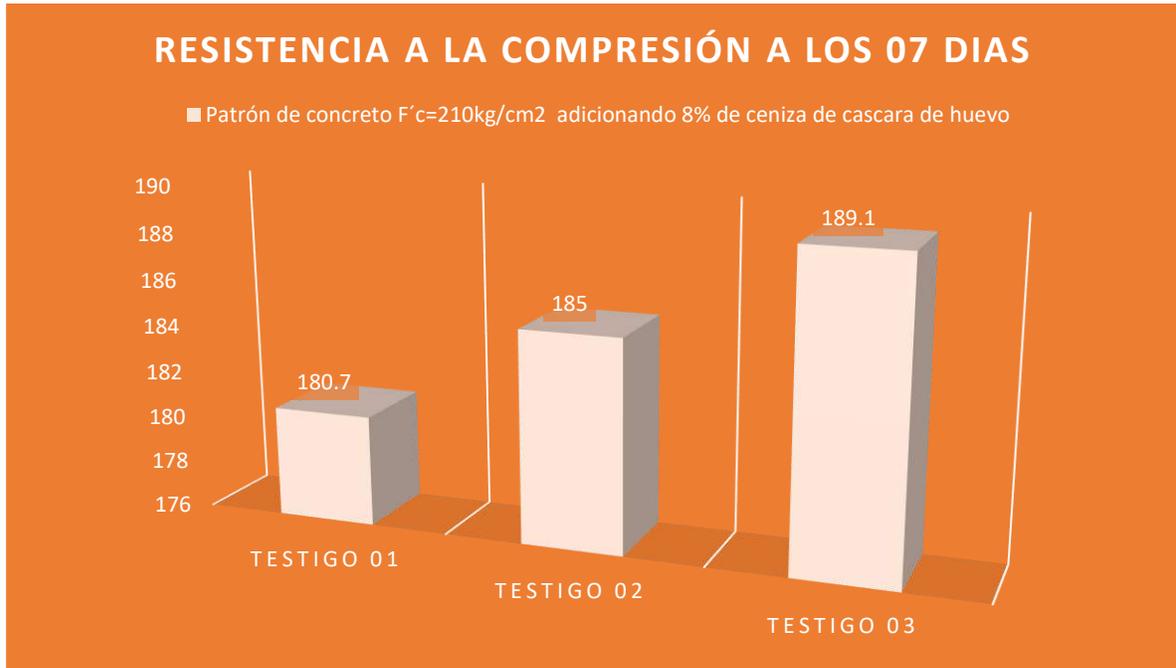


Figura 22. Concreto adicionando 8% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El suministro de 8% se recopiló de los resultados, esfuerzos obtenida a los 07 días de curado, fueron 3 testigos sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 184.9 \text{ kg/cm}^2$, con presencia de fallas,

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

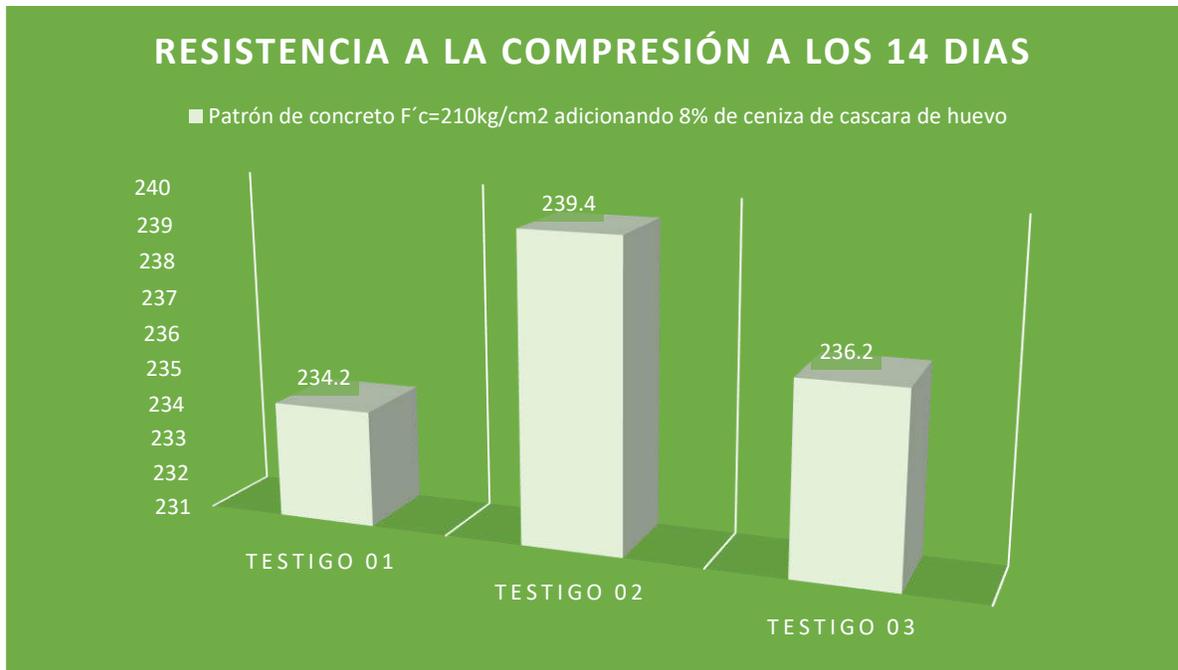


Figura 23: Concreto adicionando 8% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos concluir de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de certificados, las resistencias obtenida a los 14 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c = 236.6 \text{ kg/cm}^2$, con tipos de fracturas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 03	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 01	no

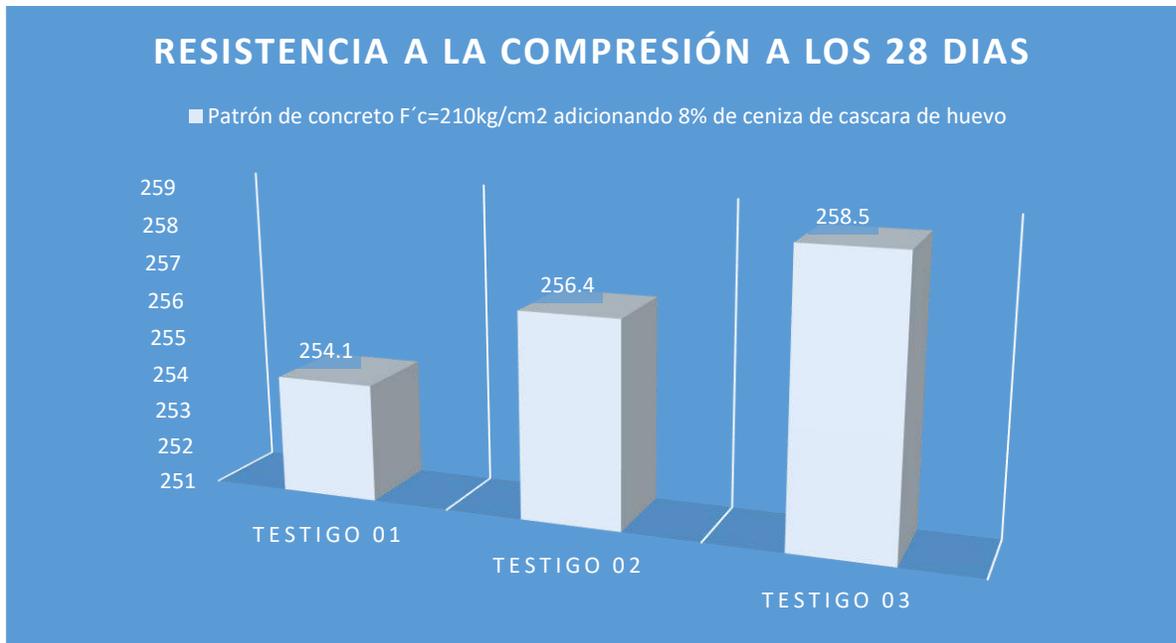


Figura 24. Concreto adicionando 8% de ceniza de cascara de huevo

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De los resultados obtenidos en el laboratorio, las resistencias obtenidas a los 28 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un F'c= 256.3 kg/cm². Presentando fracturas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

Ensayo Patrón de Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ – 12% de Ceniza de cascara de huevo.

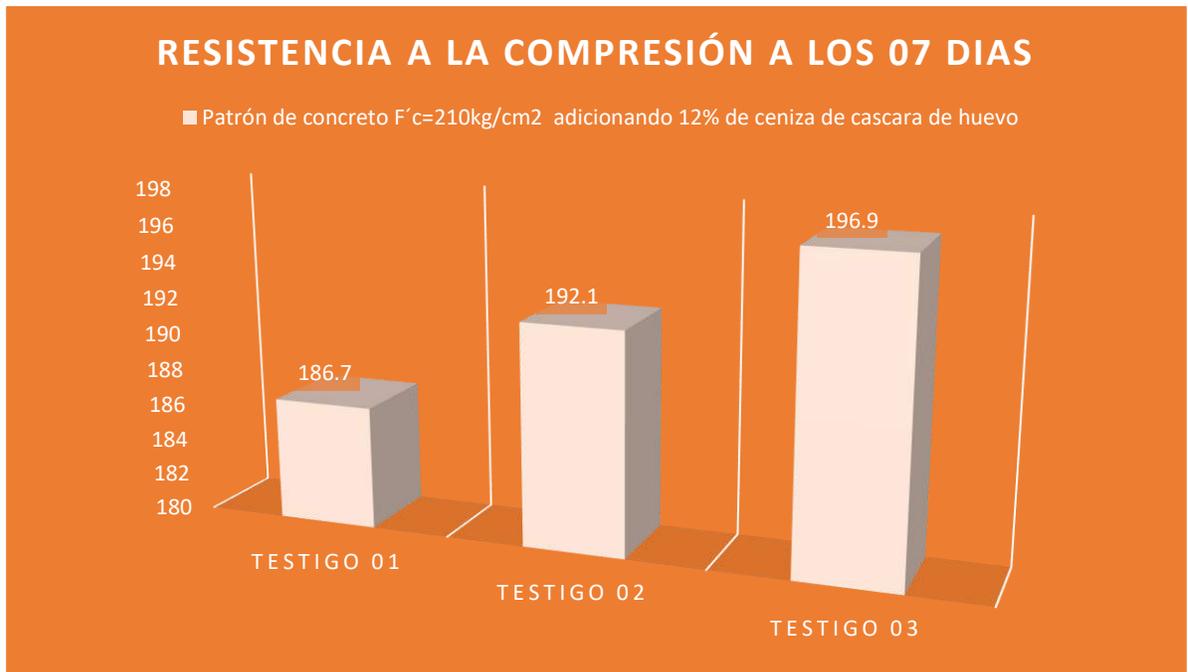


Figura 25. Concreto adicionando 12% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación.

Podemos concluir de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de certificados, las resistencias obtenida a los 07 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 191.9 \text{ kg/cm}^2$

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

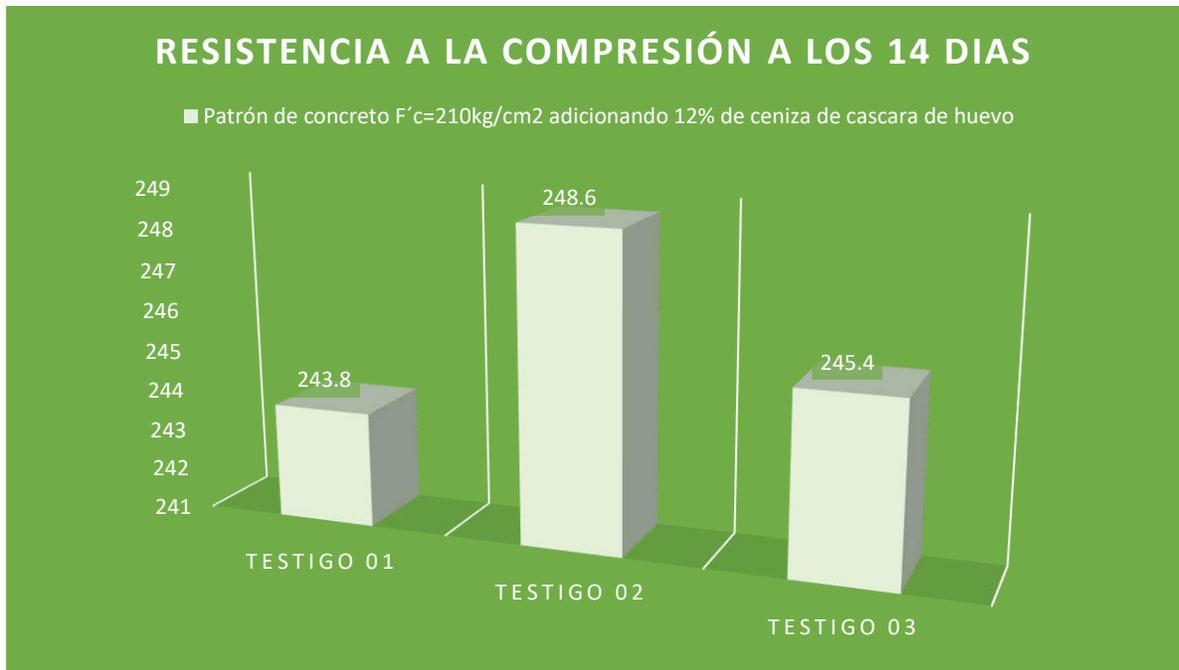


Figura 26. Concreto adicionando 12% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretacion

Se concluye de los resultados de los esfuerzos obtenida a los 14 días de curado con el suministro del 12% de ceniza, 3 probetas fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un F'c= 245.9 kg/cm² con tipos de fracturas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 03	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 01	no

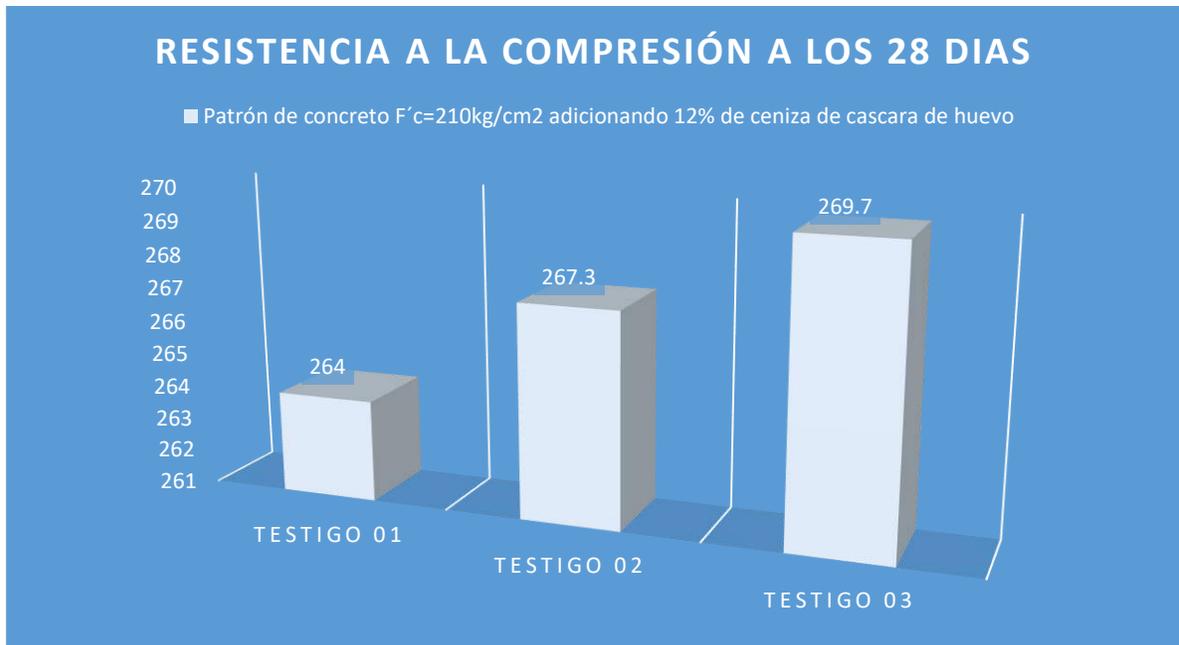


Figura 27. Concreto adicionando 12% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretacion:

Podemos concluir de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de certificados, las resistencias obtenida a los 28 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 267 \text{ kg/cm}^2$.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

Ensayo Patrón de Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ – 16% de Ceniza de cascara de huevo.

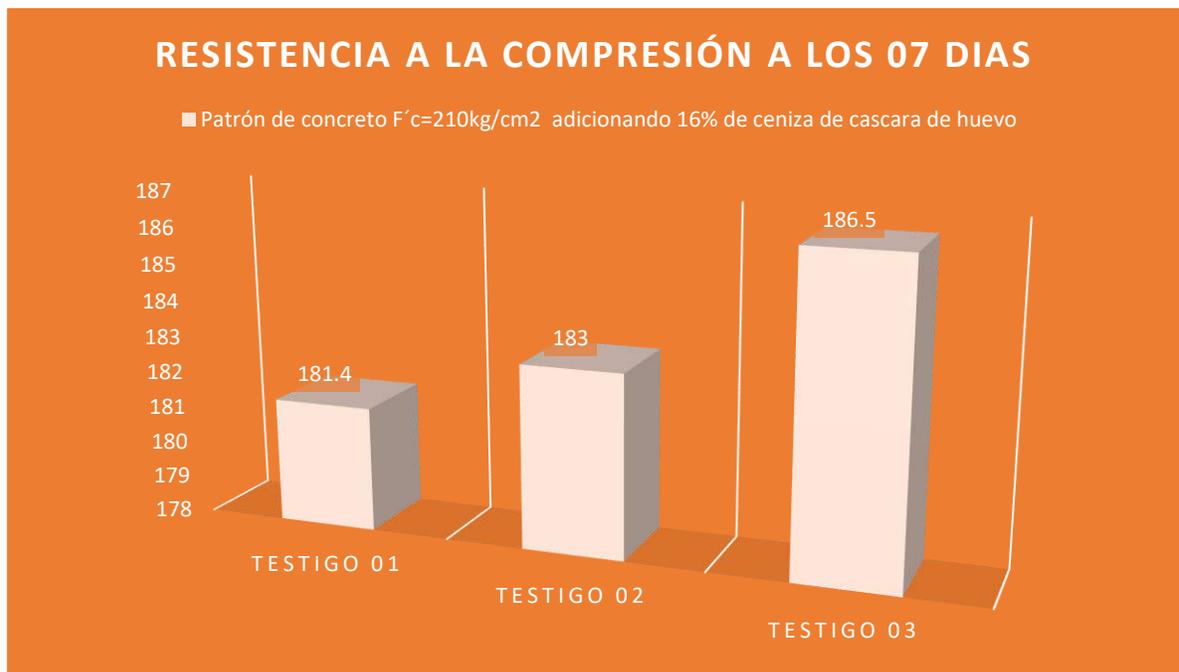


Figura 28. Concreto adicionando 16% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretacion:

De los resultados obtenidos a través de certificados, Los esfuerzos a los 07 días de curado, fueron 3 probetas sometidos a compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 183.6 \text{ kg/cm}^2$

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

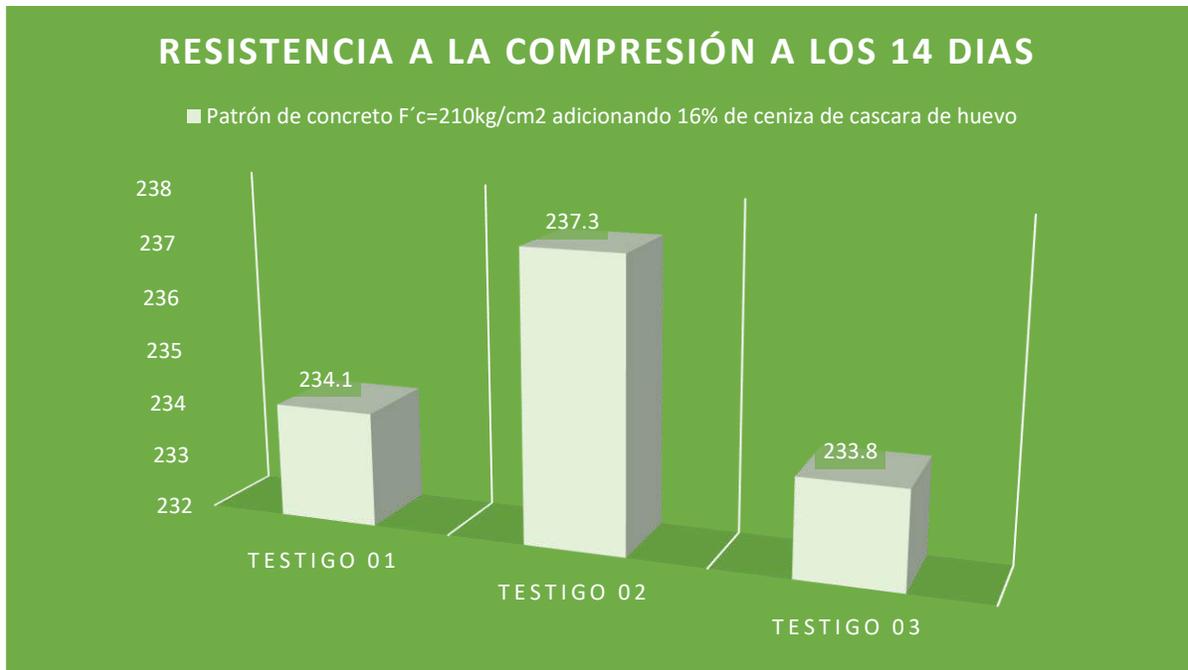


Figura 29. Concreto adicionando 16% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretacion:

Concluiremos de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de certificados, las resistencias obtenida a los 14 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un F'c= 235.1 kg/cm² y mostrando fallas.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 03	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 01	no

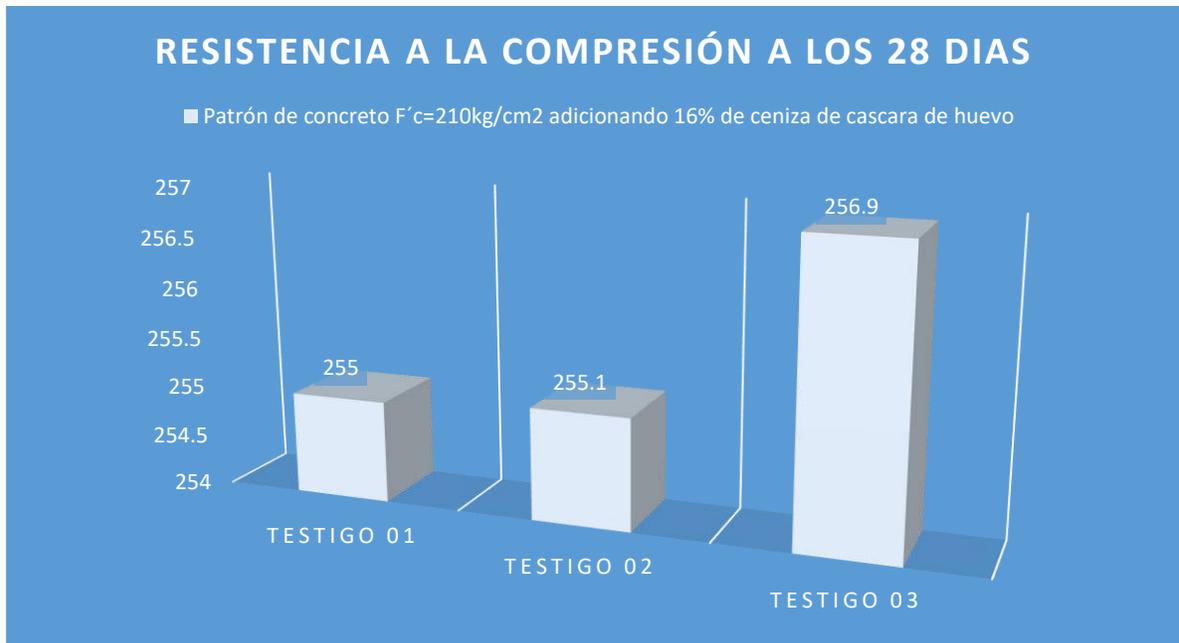


Figura 30. Concreto adicionando 16% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboracion propia.

Interpretación:

Podemos concluir de los resultados de esfuerzos las resistencias obtenida a los 28 días de curado, fueron 3 testigos que fueron sometidos a ensayos de compresión, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $F'c= 255.7 \text{ kg/cm}^2$.

Testigos	Tipo de fractura	Defectos
Testigo 01	Tipo 01	no
Testigo 02	Tipo 02	no
Testigo 03	Tipo 02	no

Resumen de ensayos aplicados a las proporciones de 0%, 4%, 8%, 12% y 16%

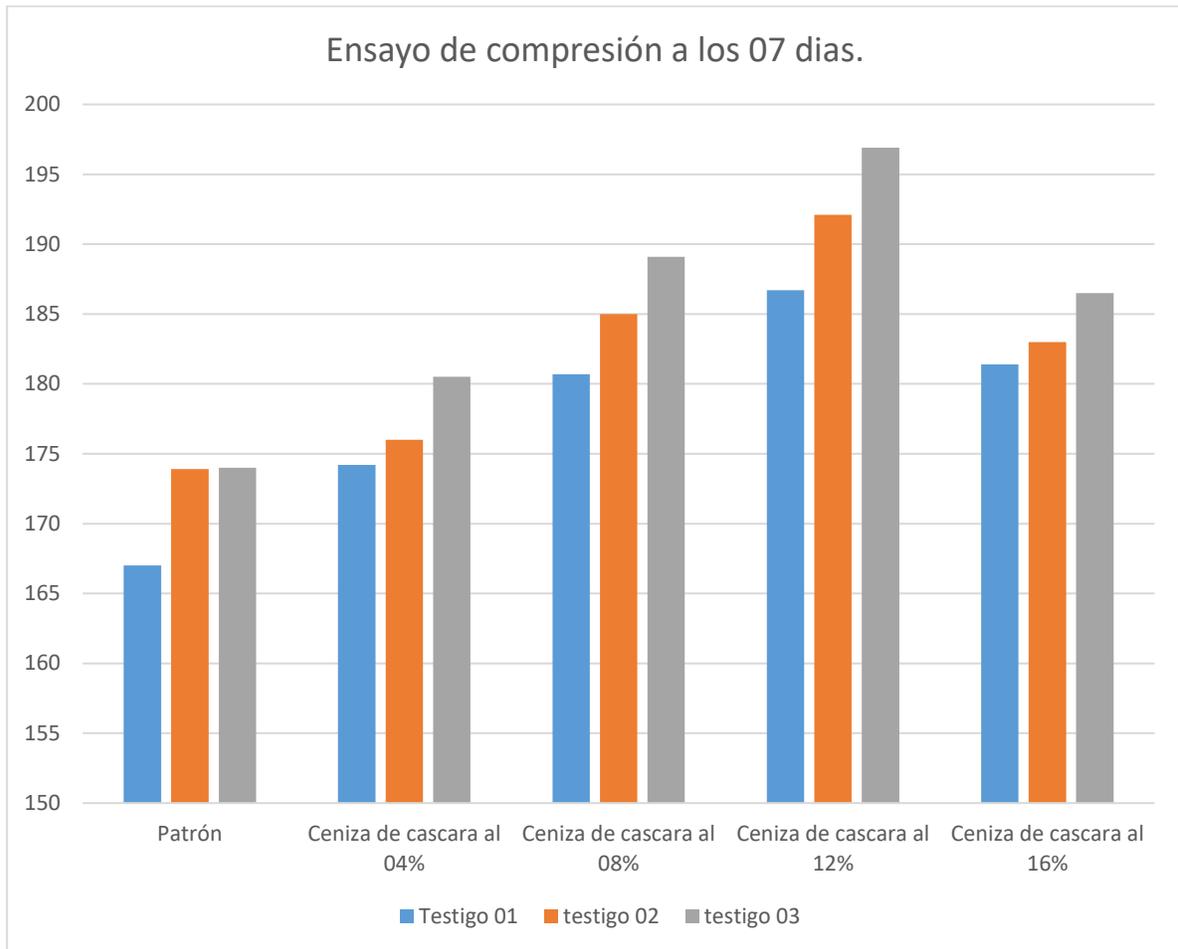


Figura 31. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16 % - 7 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De los datos obtenidos y al procesar los esfuerzos en gabinete, podemos observar los 03 testigos curados a los 07 días, y se puede analizar cómo va aumentando la resistencia a la compresión: el 04% de ceniza presenta una mejor resistencia al patrón de concreto convencional, esto sucede progresivamente hasta al adicionar el 16% de ceniza, y podemos decir que la resistencia llega hasta una resistencia máxima, luego la resistencia a la compresión llega a perder sus propiedades mecánicas.

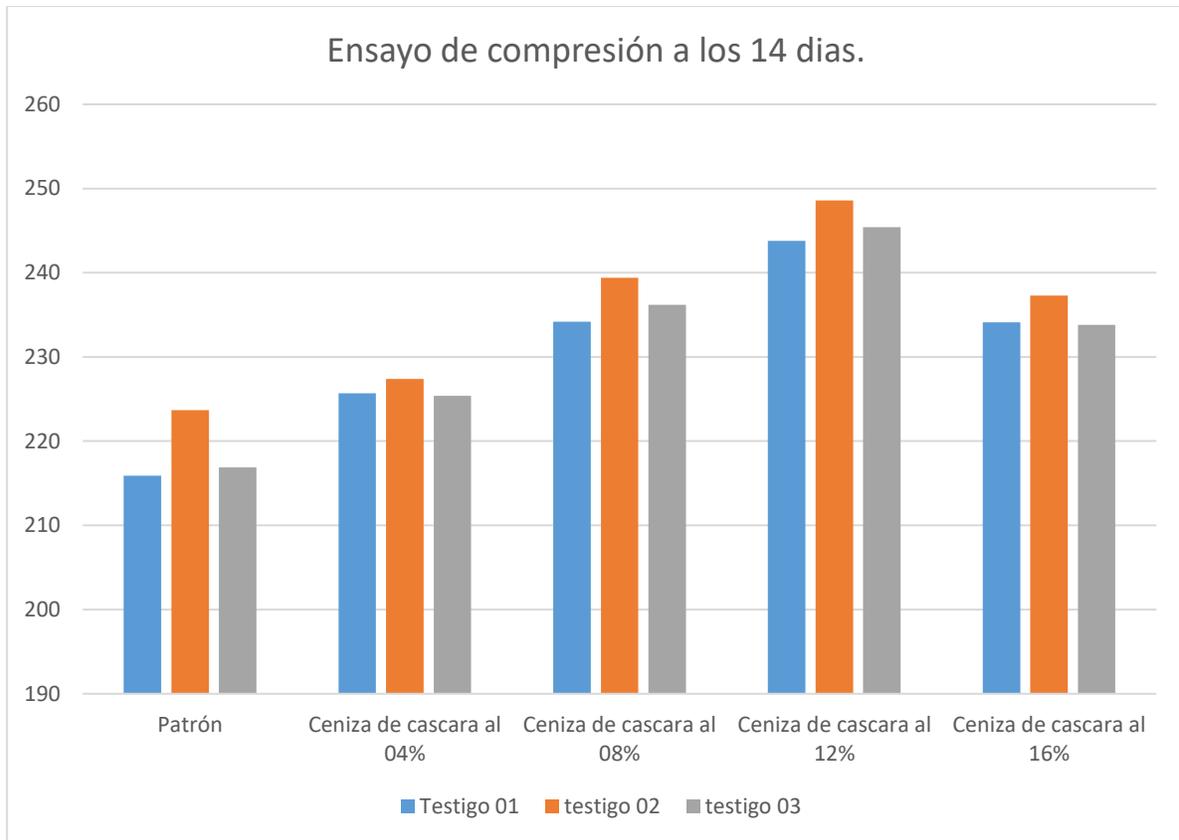


Figura 32. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16 % - 14 días de curado.
Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

De los resultados y al procesar los esfuerzos en gabinete, podemos observar los 03 testigos curados a los 14 días, y se puede analizar como aumenta su resistencia a la compresión : el 04% de ceniza presenta una mejor resistencia al patrón de concreto convencional, esto sucede progresivamente hasta al adicionar el 16% de ceniza, y podemos decir que la resistencia llega hasta una resistencia máxima, luego la resistencia a la compresión llega a perder sus propiedades mecánicas.

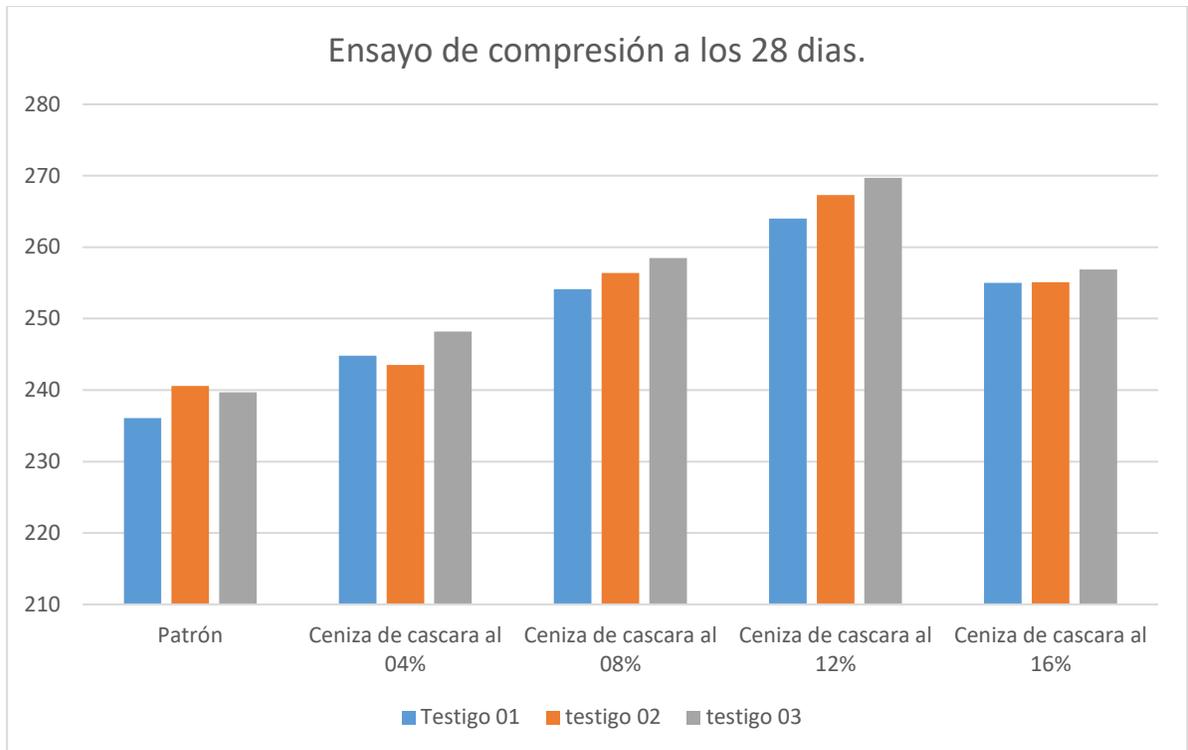


Figura 33. Comparación de las adiciones 0,4,8,12 y 16% - 28 días de curado.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De los datos obtenidos y al procesar los esfuerzos en gabinete, podemos observar los 03 testigos curados a los 28 días, y se puede analizar cómo va aumentando la resistencia a la compresión : el 04% de ceniza presenta una mejor resistencia al patrón de concreto convencional, esto sucede progresivamente hasta al adicionar el 16% de ceniza, y podemos decir que la resistencia llega hasta una resistencia máxima, luego la resistencia a la compresión llega a perder sus propiedades mecánicas.

Ensayo a flexión - Ensayo Patrón de Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

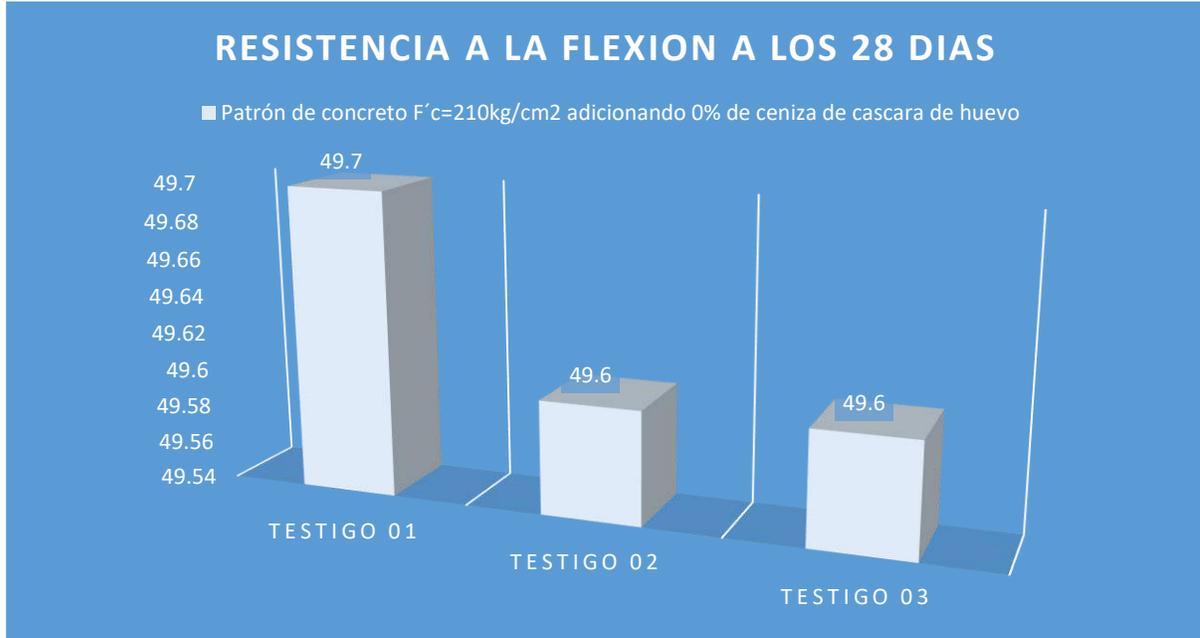


Figura 34. Concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - 0% ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Se concluye luego de haber obtenidos los resultados en el laboratorio a través de certificados, las resistencias tomadas a los 28 días de curado con cal, 3 testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión con 0% de ceniza de cascara de huevo, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $f'c= 49.6 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo de Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – adicionando 4% de Ceniza de cascara de huevo.



Figura 35. Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ - 4% ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Se concluye luego de haber obtenidos los resultados en el laboratorio a través de certificados, las resistencias tomadas a los 28 días de curado con cal, 3 testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión con 4% de ceniza de cascara de huevo, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $f'c= 51.7\text{ kg/cm}^2$.

Ensayo de Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – adicionando 8% de Ceniza de cascara de huevo.



Figura 36. Concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ - 8% ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se concluye luego de haber obtenidos los resultados en el laboratorio a través de certificados, las resistencias tomadas a los 28 días de curado con cal, 3 testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión con 8% de ceniza de cascara de huevo, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $f'c= 53.3 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayo de Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – adicionando 12% de Ceniza de cascara de huevo.

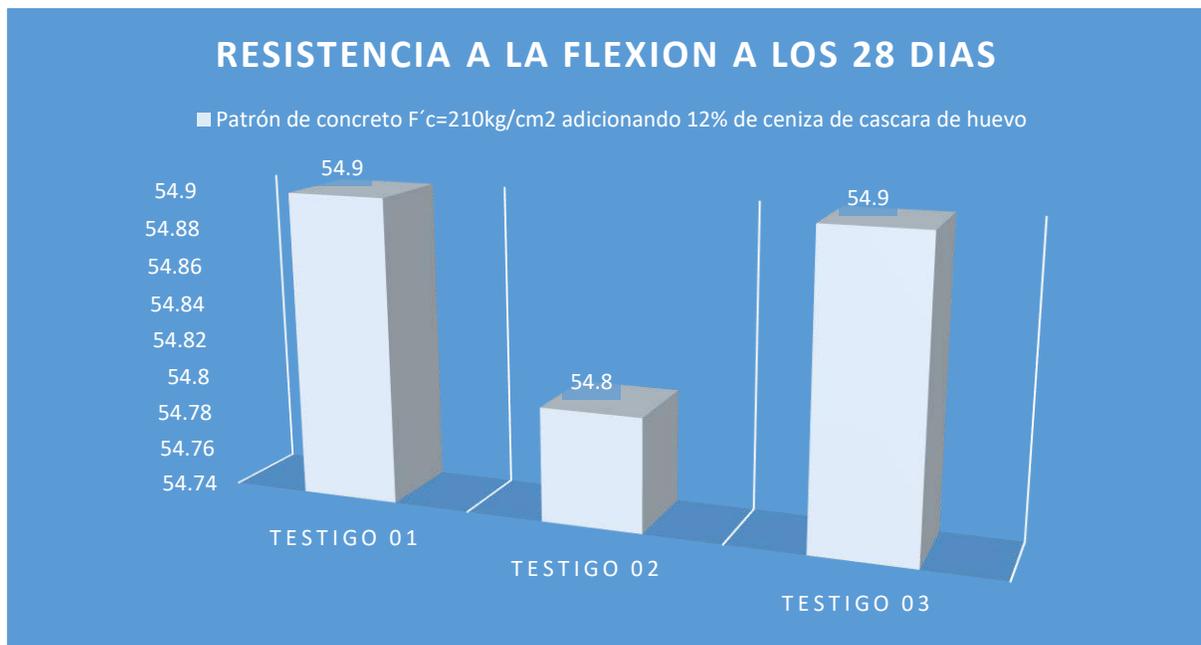


Figura 37. Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ - 12% de ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Se concluye luego de haber obtenidos los resultados en el laboratorio a través de certificados, las resistencias tomadas a los 28 días de curado con cal, 3 testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión con 12% de ceniza de cascara de huevo, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $f'c= 54.9\text{ kg/cm}^2$.

Ensayo de Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – adicionando 16% de Ceniza de cascara de huevo.



Figura 38. Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ - 16% ceniza de cascara de huevo.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Se concluye luego de haber obtenidos los resultados en el laboratorio a través de certificados, las resistencias tomadas a los 28 días de curado con cal, 3 testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a la flexión con 16% de ceniza de cascara de huevo, de los cuales se sacó el promedio dándonos como resultado un $f'c= 53.1 \text{ kg/cm}^2$.

Resumen de ensayos aplicados a las proporciones 0%,4%,8%,12% y 16% a los 28 días

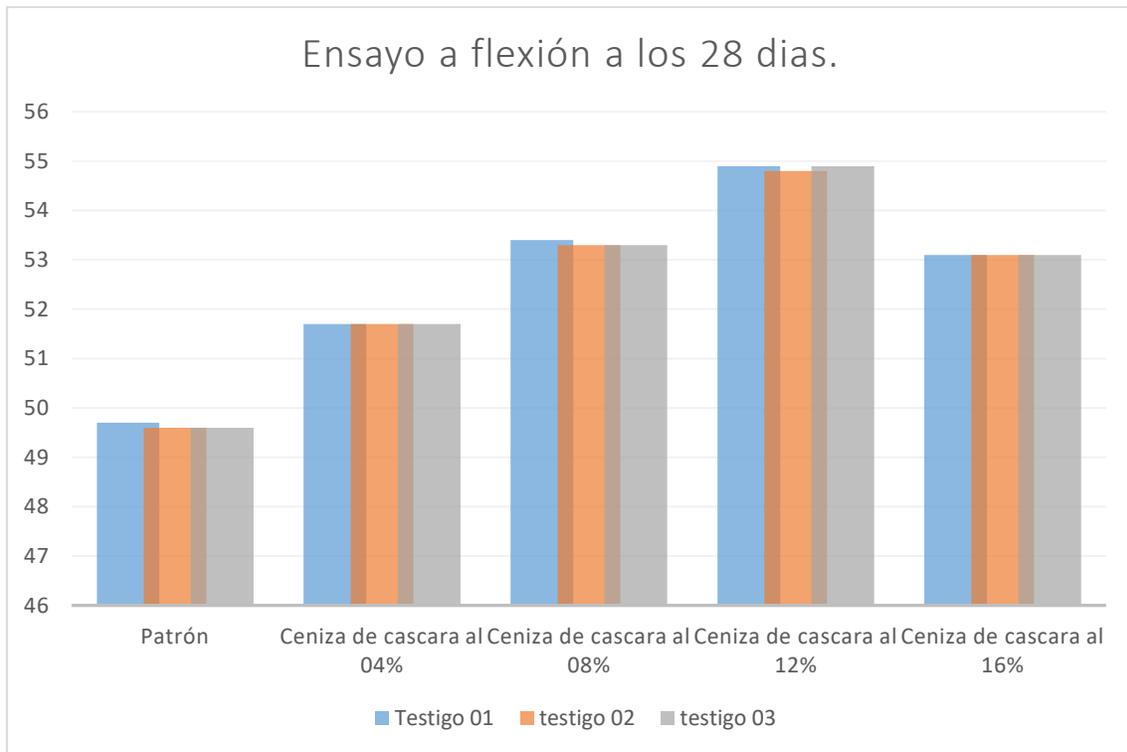


Figura 39. Comparación de las adiciones de 0,4,8,12 y 16% -28 días de curado
Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Analizando los 03 testigos ensayados en laboratorio y luego de procesar los esfuerzos sometidos a flexión en gabinete, podemos observar en el diagrama de gráficos, que la resistencia a la flexión va ascendiendo desde la proporción de 4% de ceniza hasta el 12% de ceniza, luego la proporción de 16% va descendiendo su resistencia a las cargas de flexión, perdiendo sus propiedades mecánicas.

V. DISCUSIÓN

Castro y Alfaro (2019) en su proyecto de investigación del concreto de resistencias $f'c=210,280,350 \text{ kg/cm}^2$ se propuso a sustituir el material cementicio por cascara de huevo en el 15%,20% y adicionando el 2%, obteniendo los resultados de temperatura para el patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 21°c y para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 21.5°c , y para las sustituciones de 15% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 26.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 24°C y para el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 25°c , seguidamente para la sustitución de 20% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 25.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 26°C y para el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 25°c y para la adición de 2% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 24.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 23.5° .

Analizando con nuestro proyecto de investigación tenemos como resultado para nuestro diseño de mezcla con una resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ teniendo como resultados in situ para el concreto patrón una temperatura de 20.5, para la adición de 4% una temperatura 20.0, para la adición de 8% una temperatura de 19.5, para la adición de 12% una temperatura de 19.0 y para la adición de 16% una temperatura de 18.5, estos resultados nos proporcionaron datos para poder estimar que la tendencia a descender la temperatura es por una mayor adición de ceniza de cascara de huevo, esto indica que a mayores proporciones la temperatura seguirá descendiendo.

Pastor y Córdova analizaron la consistencia en su diseño de mezcla adicionando 20% y 40 % de CBCA, los resultados que se estudiaron tuvieron un resultado en crecimiento con 8% y 5.7 %, respecto al concreto convencional, los resultados de asentamiento de los diseños de mezclas producidas y ensayadas fueron prósperos, los resultados no fueron de consideración, después de las distintas proporciones del CBCA, obteniendo un material sostenible.

Chamoli y Paredes (2019), en el estudio de su proyecto de investigación a base de ceniza de coco como adición en el concreto, se influencio en la propiedad del concreto en su trabajabilidad y su consistencia, el diseño de mezcla que se proyectó proporciono un diseño optimo y una consistencia requerida de 3 pulgadas. El tesista

al obtener estos resultados opto por considerarlo como un aditivo que favorezca al concreto. El tesista al realizar su diseño de mezcla con las proporciones de 5, 10 y 15 % de ceniza a base de cascara de coco se tuvo con la sorpresa no grata donde se vio influenciado y había presentado falencias en sus propiedades mecánicas.

Castro y Alfaro (2019) en su proyecto de investigación del concreto de resistencias $f'c=210,280,350 \text{ kg/cm}^2$ se propuso a sustituir el material cementicio por cascara de huevo en el 15%,20% y adicionando el 2%, en sus propiedades físicas y mecánicas, donde en la prueba de slump se vio caracterizado que la sustitución de cascara de huevo en todas sus proporciones mencionadas afecta a la consistencia del concreto, bajando su plasticidad.

Luego de a ver observado en in situ y analizado nuestro resultado de consistencia en ,laboratorio y procesar los datos, podemos decir que las consistencias estudiadas influenciaron dentro de las proporciones suministradas al concreto patrón presento una consistencia de 6" pulgadas, la adición de ceniza de cascara de huevo con el 4% presento una consistencia de $5 \frac{3}{5}$ pulgadas, el 8% presento una consistencia $5 \frac{1}{5}$ pulgadas, mientras el 12% de ceniza presento una consistencia de $4 \frac{4}{5}$ pulgadas y el 16% de suministro de ceniza.

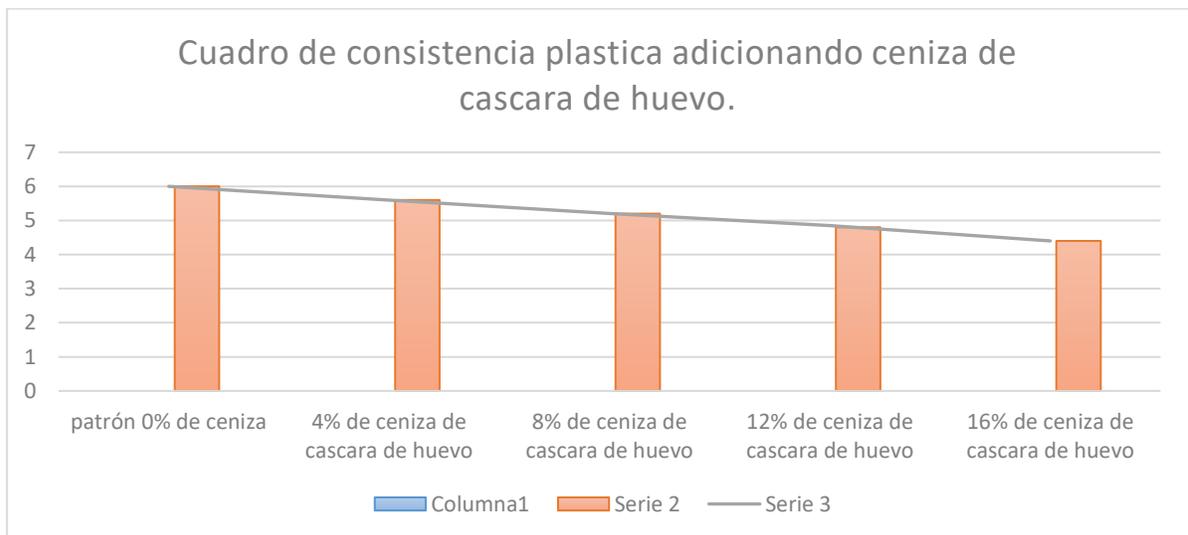


Figura 40. Prueba de revenimiento del concreto patrón y sus adiciones

Fuente. Elaboración propia.

Tomando en cuenta los testistas citados y con los resultados del ensayo insitu y la prueba de slump y con la ayuda de la herramienta del cono de abrams, podemos mencionar que el diseño de mezcla de concreto se ve afectado a razón que se va adicionando la ceniza de cascara de huevo, a mayor cantidad de ceniza o insumos va perdiendo la propiedad del concreto es decir la trabajabilidad, un aspecto muy importante en la etapa del concreto plástico, en el momento de la producción del concreto.

Chamoli y Paredes (2019) en su proyecto de investigación con la adición de ceniza de coco de 5%,10% y 15%, recolectaron sus resultados obtenidos a la fuerza de compresión analizados a los 28 días de estar sumergido en agua y cal, donde el concreto patrón presento una resistencia $f'c=216.85 \text{ kg/cm}^2$, y para el 5% de ceniza se obtuvo un $f'c=221.39 \text{ kg/cm}^2$ y para el 10% un $f'c=218.31 \text{ kg/cm}^2$ y finalmente para la adición del 15% presento un $f'c= 217.13 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo como el resultado mas optimo el 5% de la adición con ceniza de coco.

Castro y Alfaro (2019) en su proyecto de investigación del concreto de resistencias $f'c=210,280,350 \text{ kg/cm}^2$ se propuso a sustituir el material cementicio por cascara de huevo en el 15%,20% y adicionando el 2%, obteniendo los resultados de temperatura para el patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 21°c y para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 21.5°c , y para las sustituciones de 15% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 26.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 24°C y para el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 25°c , seguidamente para la sustitución de 20% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 25.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 26°C y para el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 25°c y para la adición de 2% para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura 24.5°c , para el $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y el $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ una temperatura de 23.5° .

Tomando en cuenta nuestros resultados podemos concluir que la adición del insumo de la ceniza de la cáscara de huevo tiene la propiedad de ascender su resistencia a la comprensión en los porcentajes de 4%,8% y 12%, mientras tanto el 16% pierde su

resistencia a la compresión, lo ideal es encontrar la dosificación y la proporción correcta para poder obtener un concreto con sus propiedades optimas tanto plásticas y endurecidas para poder aportar soluciones tratándose de encontrar un concreto resistente.

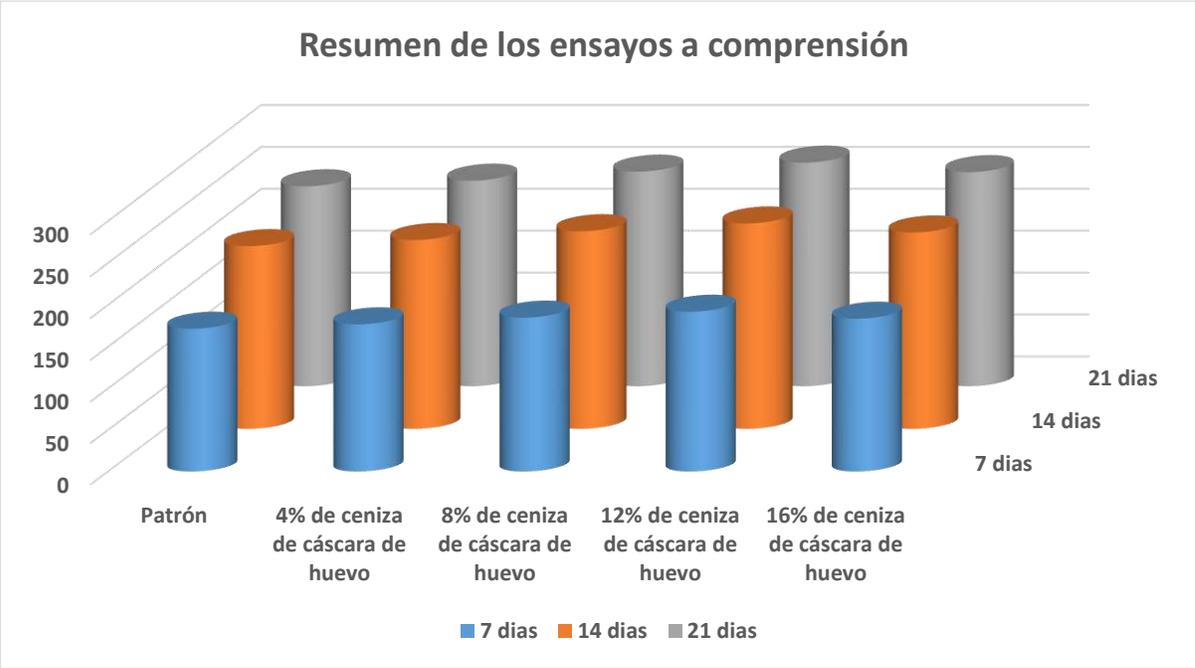


Figura 41. Resumen de los ensayos a compresión en las proporciones de 0,4,8,12 y16 %
Fuente: Elaboración propia.

VI. CONCLUSIONES

Gracias a los ensayos realizados en nuestro proyecto de investigación podemos concluir que al respecto del objetivo principal Diseñar un pavimento rígido que mejoren sus propiedades tanto físicas como mecánicas, adicionando el insumo de la ceniza de la cascara de huevo, se concluye que en el estado plástico la adición de la ceniza de cascara de huevo produce que el concreto pierda sus propiedades, como la consistencia y la disminución de temperatura estas se ven reflejadas en las proporciones adicionadas de ceniza realizadas en la investigación, mientras tanto en el estado endurecido, se concluye que la adición del insumo en proporciones de 4%,8% y 12% aumente sus propiedades mecánicas como los esfuerzos a compresión y flexión , y la adición de 16 % produce que el concreto pierda sus propiedades físicas y mecánicas.

Referente al objetivo específico de identificar que proporción en nuestro diseño será el más óptimo y pésimo en nuestro diseño, se concluye que la proporción mas óptima para el concreto es el de la proporción de suministro de 12% de ceniza, que también posee buena trabajabilidad, consistencia y una resistencia a la compresión promedio a los 28 días $f'c=267 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a flexión promedio $f'c=54.9 \text{ kg/cm}^2$; la proporción más pésima adicionando ceniza es de 16%, que produce que el concreto pierda su resistencia mecánica con un $f'c=255.7$ y 53.1 kg/cm^2 en compresión y flexión respectivamente, también se ve evidenciado sus propiedades plásticas desde la consistencia seca, seguido de la disminución de la temperatura y pérdida de la trabajabilidad.

Luego de haber realizado los estudios de mecánica de suelos se identificó las características de los estratos extraídos de las calicatas C-1: progresiva 000+200 y C-2 progresiva: 000+450 obteniendo Limite liquido =31 , 30; Limite Plástico=25,26;Índice de Plasticidad=6,4 y con un porcentaje de humedad de = 14%,12.8% y para la clasificación SUCS encontramos Limo con arena, de plasticidad media, estado húmedo, color marrón oscuros de consistencia media

De acuerdo al objetivo específico interpretar como influirá la ceniza de cascará de huevo en nuestro diseño de pavimento rígido, se puede concluir que en proporciones idóneas la suministración de la ceniza mejoro el comportamiento del concreto a resistencias mecánicas, esto se evidencio en los 7,14 y 28 días de curado del concreto, llegando a alcanzar una resistencia máxima $f'_c=267,54.9 \text{ kg/cm}^2$ a cargas de compresión y flexión.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos realizar más investigaciones con el suministro de adición mayores al 16% de ceniza de cascara de huevo, a consecuencia de realizar los ensayos a comprensión y flexión se puede observar como la resistencia empieza a descender a partir de las adiciones de mayores proporciones al 12% de ceniza de cascara de huevo.

Es recomendable el uso de la ceniza de cascara de huevo al poseer características similares al cemento, y poder encontrarlo como desecho orgánico en la sociedad, pero si aumentaría los costos de procesamiento de las cascara de huevo a obtener el producto de la ceniza.

Se recomienda añadir ceniza de cascara de huevo en proporciones idóneas teniendo en consideración la resistencia a comprensión y a flexión, y no dejando de lado la consistencia del concreto, que nos proporcionara una trabajabilidad fluida.

Para mejor recomendación se sugiere ampliar los conocimientos en combinación con fibras de refuerzo o con otro tipo de cenizas volantes, con la idea que puedan mejorar la característica de diseño y el comportamiento del concreto frente a resistencias físico-mecánico.

REFERENCIAS

- Enrique Rivva L, J.A. (1998). Tecnología del concreto. Lima: ACI (I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcción).
- Sencico. (2010) Norma CE. 010 pavimentos Urbanos. Lima (Reglamento nacional de edificaciones)
- Abanto, Flavio. (2013). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos (teoría y problemas).
- Augusto, García (2018). Tablas y ábacos para diseño de pavimentos. Huancayo: (tablas y ábacos).
- Instituto de la construcción y gerencia (2013). Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: Imprenta ICG (sección suelos y pavimentos).
- Ministerio de transporte y comunicaciones. (2018) Manual de carreteras diseño geométrico DG-2018. Lima (Dirección general de caminos y ferrocarriles)
- Braja M. Das (2013) Fundamentos de ingeniería Geotécnica. México: International Thomson.
- Frederick M. (1992) Manual del ingeniero civil. México: Mc Graw Hill (Tercera edición)
- Alvarado Gilvonio. (2019) Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón. Huancayo (Proyecto de Investigación para optar el título de ingeniero civil) recuperada de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5429>.

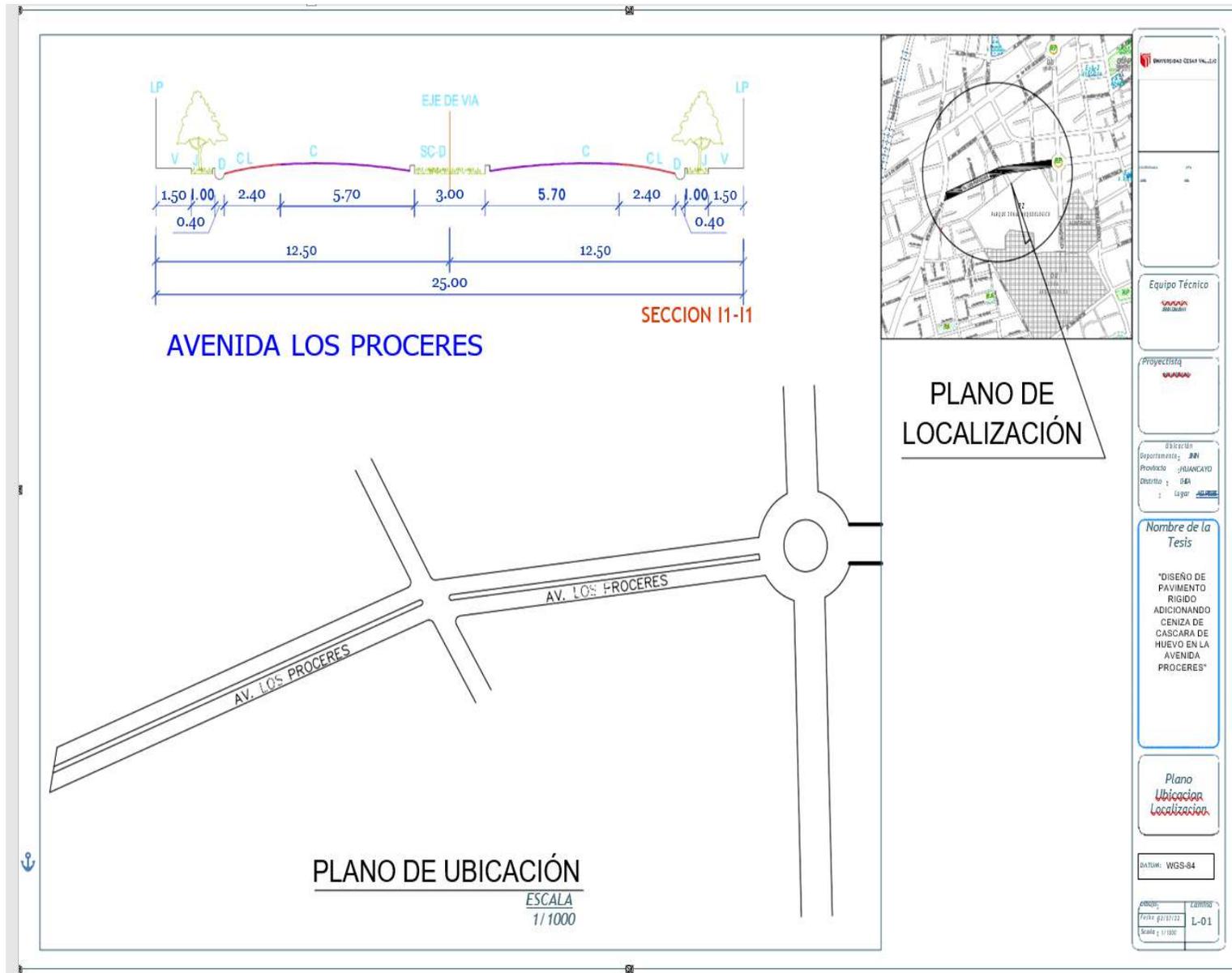
- Meza Coral. (2019) “Diseño de pavimento rígido utilizando cascarilla de huevo triturada para mejorar la resistencia a la compresión en el Jr. Ricardo Palma, Banda de Shilcayo, 2019”. Tarapoto (Proyecto de investigación para optar el título profesional de ingeniero civil) recuperada de: [tesis cascarilla de huevo.pdf](#)
- Chamoli Inuma. (2019) “Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de coco para mejorar la resistencia a compresión y flexión, Moyobamba 2019”. Moyobamba (Proyecto de investigación para optar el título profesional de ingeniero civil) recuperada de: [tesis ceniza cascara de coco.pdf](#)
- Alev Vela. (2018) “Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales, 2018”. Tarapoto (Proyecto de investigación para optar el título profesional de ingeniero civil) recuperada de: [Vela_RA-Zegarra_GM \(1\).pdf](#)
- David Castro (2019) “Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias $f'c= 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo”. Trujillo (Tesis de investigación para optar el título profesional de ingeniero civil) recuperada de: [tesis sustituyendo el material cemento por la cascara de huevo.pdf](#)
- Jose David (2018) “Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – 2017”. Cerro de pasco. (Tesis de investigación para optar el título profesional de ingeniero civil) recuperada de: [tesis pavimentos.pdf](#)
- Santiago Amaya (2019) “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras”. Bogotá. (Trabajo de grado para optar al título

de ingeniero civil.) recuperada de: <https://1library.co/document/zwvo26gq-evaluacion-comportamiento-mecanico-concreto-reforzado-fibras.html>.

- Rivera Guerrero (2019) “Concreto con refuerzo de fibra de beterraga para mejorar la resistencia del concreto”. Lima: (Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil.) recuperada de: <https://1library.co/document/y8gl31rz-concreto-refuerzo-fibra-betarraga-mejorar-resistencia-concreto.html>.
- Víctor Sánchez (2018) “Determinación de las características físico-mecanico de un concreto de alta resistencia de $f'c = 500\text{kg/cm}^2$ con adición de ceniza volante”. Cajamarca: (Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil.) recuperada de: <https://1library.co/document/yd74g7jy-determinacion-caracteristicas-fisico-mecanicas-concreto-resistencia-adicion-volante.html>.
- Marco Montalvo (2015) “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”. Lima: (Tesis para optar al título profesional de ingeniero civil.) recuperada de: <https://es.scribd.com/document/516241274/montalvo-pavimentos-fibras-1>.
- Hugo Sánchez (2018) “Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística”. Lima: (Universidad Ricardo Palma) recuperada de: <https://es.slideshare.net/bravochanka/libro-manualdeterminoseninvestigacion-228644900>.
- Carlos Fernández (2014) “Metodología de la investigación- sexta edición”. México. Recuperada de: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- María Núñez (2007) “Las variables: Estructura y función en la hipótesis. Lima (Magister en educación en lengua y literatura).
- ACI (2015) “ El cielo es el limite – tecnología del concreto. Lima (Revista digital)

- Mario Becerra. (2012) Tópicos de pavimentos de concreto. Lima (Diseño, construcción y supervisión.) recuperada de: https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2/270.

ANEXOS



141

Operacionalización de la variable independiente: Ceniza de la cascara de huevo.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VARIABLE INDEPENDIENTE Ceniza de cáscara de huevo	Laura Daniela (2019) Las propiedades del cemento concuerdan con las propiedades de la cascara de huevo. Tiene el mismo componente principal que es el calcio.	La adición de la ceniza de cascara de huevo aumenta sus propiedades mecánicas en las dosificaciones y proporciones correctas.	Asentamiento	slump	Numérico
			Resistencia a la comprensión	Cantidad de testigos que serán ensayados	Numérico
			Resistencia a la flexión	Cantidad de testigos que serán ensayados	Numérico

Fuente: Elaboración propia.

Operacionalización de la variable dependiente: Diseño del pavimento rígido.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
VARIABLE DEPENDIENTE Diseño del pavimento rígido.	El rendimiento de una estructura de pavimento está relacionado directamente con las propiedades físicas y la condición de los suelos del lecho de camino FREDERICK S. MERRIT	El pavimento rígido será diseñado con juntas, son las que mejor se aplican a la realidad nacional y se realizará de acuerdo al Manual de Carreteras	IMDA	Conteo vehicular	Numérico
			Caracterización de los agregados	Granulometría	Numérico ordinal
				PUSS	Numérico
				PUCS	Numérico
			Estudios básicos de suelos	Ensayo de Proctor modificado y CBR	Numérico

Fuente: Elaboración propia.

□

CALCULO DEL IMDA 2022		TESIS: DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE HUEVO																		
DIA	AUTO	PICK	C.R.	MICRO	B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
JUEVES	400	90	374	71	77	0	56	54	46	20	0	4	3	4	6	0	0	1	0	
VIERNES	450	105	410	97	94	0	66	62	53	20	1	3	3	4	5	0	0	0	0	
SABADO	520	110	458	115	103	0	76	65	64	32	2	6	2	3	4	1	1	0	0	
DOMINGO	150	65	335	54	52	0	30	5	2	0	0	4	4	2	1	0	1	2	0	
LUNES	300	125	350	63	76	0	42	36	27	19	0	5	1	1	3	2	0	0	0	
MARTES	326	152	368	74	61	0	45	42	33	25	0	4	2	2	0	0	0	0	0	
MIERCOLES	330	85	335	68	59	0	52	52	41	24	0	5	1	1	2	1	1	0	0	
IMDAS	350	106	374	77	75	0	54	45	38	21	0	4	2	2	3	1	0	0	0	
Fe	1.125	1.125	1.125	1.125	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153	
IMDA (2022)	402	119	421	87	86	0	62	52	44	25	0	5	3	3	3	1	0	0	0	
TASA DE CRECIMIENTO				r=	2.50%															
AÑOS QUE DEMORA LOS ESTUDIOS Y EJECUCION				n=	4															
IMDA (2025)	444	131	465	96	95	0	68	58	48	27	1	6	3	3	4	1	1	1	0	

0	7	2.25612525	0.00
0	16	2.13353711	0.00
0	10	2.25612525	0.00
0	10	2.25612525	0.00
Σ f x IMDA		2391	

ESAL nota : es una carrtera de dos sentidos con dos carriles por sentido
 nota : el periodo de diseño minimo requerido por la norma es 20 años

$$ESAL = ESAL_0 \cdot 365 \cdot Dd \cdot DI \cdot \frac{n}{r} \cdot \{ (1+r)^n - 1 \}$$

Donde:
 ESAL₀ = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
 Dd = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
 DI = Factor de distribución de carril.
 r = tasa de crecimiento anual
 n = Periodo de diseño

NORMA

- 4.3 → índice de servicio inicial
- 2.5 → índice de servicio final
- 1.8 → diferencia de serviciabilidad
- 90% → nivel de confiabilidad
- 1.282 → desviación estándar normal
- 0.35 → El rango típico sugerido por AASHTO esta comprendido entre 0.30 < So < 0.40, en el presente

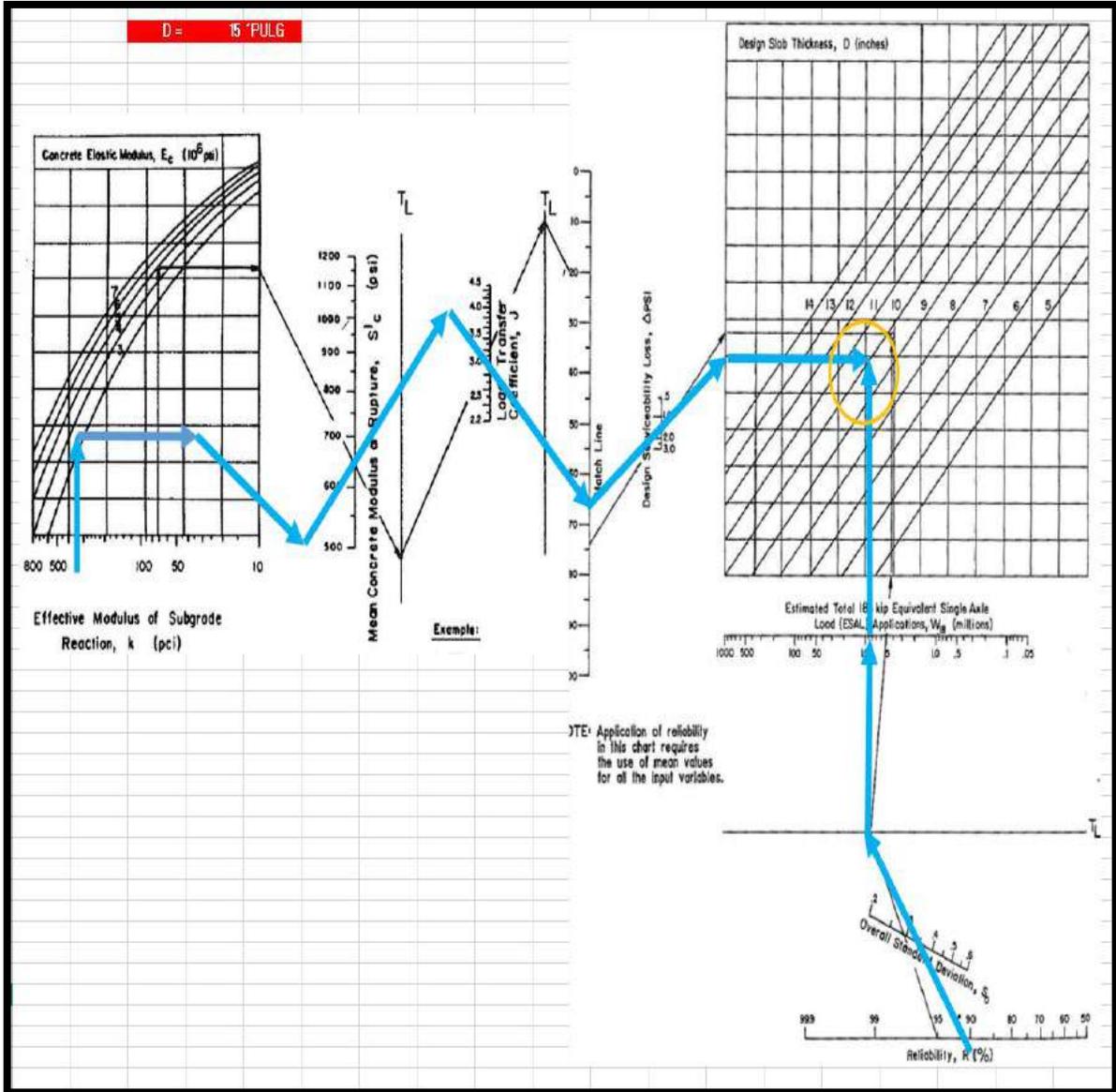
Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

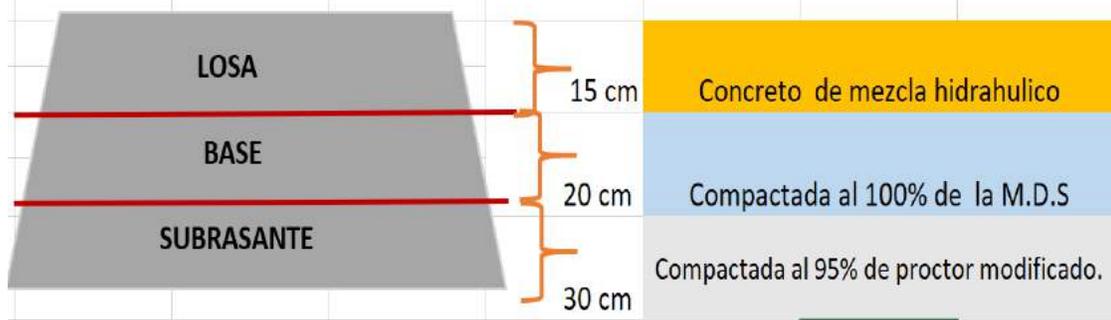
Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

ESTADO DEL PAVIMENTO

La serviciabilidad se define como la capacidad del pavimento que circula por la vía, y se magnifica en una escala de 0 a 5, donde 0 es un índice de intransitabilidad y 5 una calificación de excelencia que en la práctica no se da. El valor de 0 es un índice AASHTO 93 amplia al valor de 1.5 como índice de pavimento.



Conformación de la estructura del pavimento rígido



Estudio de mecánica de suelos.

Calicata: C-01 Progresiva: 000+200

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-CLA
		Versión	01
	REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1903-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

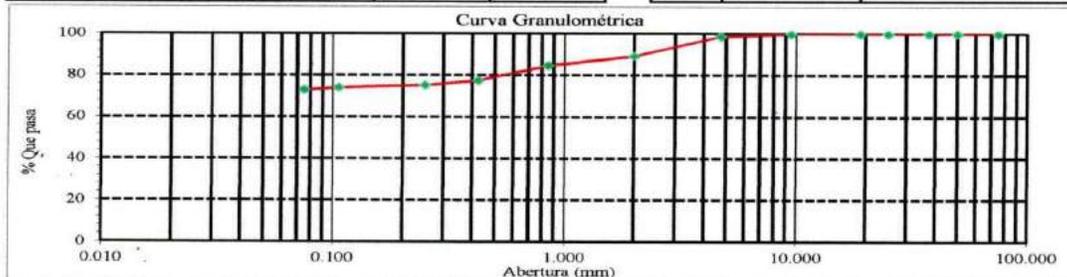
Calicata : C-1 Av. Los Próceres Prog. 000+200
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
3 in.	75.000	0.0	0.0	100.0
2 in.	50.000	0.0	0.0	100.0
1½ in.	37.500	0.0	0.0	100.0
1 in.	25.000	0.0	0.0	100.0
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0
½ in.	9.500	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	1.2	1.2	98.8
No. 10	2.000	9.4	10.6	89.4
No. 20	0.850	4.7	15.3	84.7
No. 40	0.425	7.1	22.4	77.6
No. 60	0.250	2.4	24.7	75.3
No. 140	0.106	1.2	25.9	74.1
No. 200	0.075	1.2	27.1	72.9
Fondo		72.9	100.0	0.0

Límite Líquido	31
Límite Plástico	25
Índice de Plasticidad	6

% Grava	1.2	% Humedad	14.1
% Arena	25.9		
% Finos	72.9		

Simbolo	ML	SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)
Nombre	Limo con arena	



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

PERFIL ESTATIGRÁFICO DE LA CALICATA N°01 PROGRESIVA: 000+200

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-PE-CLA
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual	Versión	01
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)	Fecha	15-08-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1903-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22
 Método de Excavación : Manual
 Calicata : C-1 Av. Los Proceres Prog. 000+200

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
0.50	ML		Limo con arena, plasticidad media, estado humedo, color marron oscuros de consistencia media
1.00			
1.50			

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



MÁXIMA DENSIDAD SECA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-PROC
	SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³))	Versión	01
	NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 2

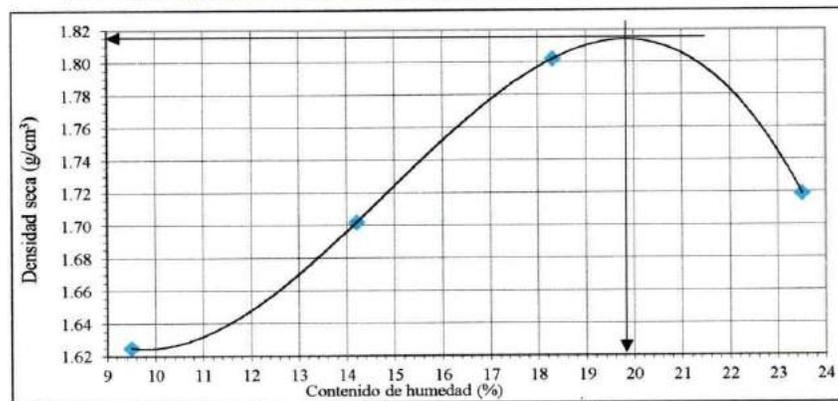
Expediente N° : 1903-2022
 Peticionario : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Proyecto : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

Método de ensayo Tipo "A"

Calicata : C-1 Av. Los Proceres Prog. 000+200
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

Máxima densidad seca : **1.815 g/cm³**
Óptimo contenido de humedad : **19.9 %**

% Contenido de humedad	9.5	14.2	18.3	23.5
Densidad seca (g/cm ³)	1.625	1.702	1.802	1.719



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaespecializadsac@gmail.com

ENSAYO DE CBR

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-CBR
	SUELOS. Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos	Versión	01
	NTP 339.175:2002 (revisada el 2015)	Fecha	04-01-21
		Página	2 de 2

Expediente N° : 1903-2022
 Peticionario : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Proyecto : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

Datos de la muestra:

Calicata : C-1 Av. Los Próceres Prog. 000+200
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado NTP 339.141

Máxima densidad seca : 1.815 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 19.9 %

b).- Compactación de moldes

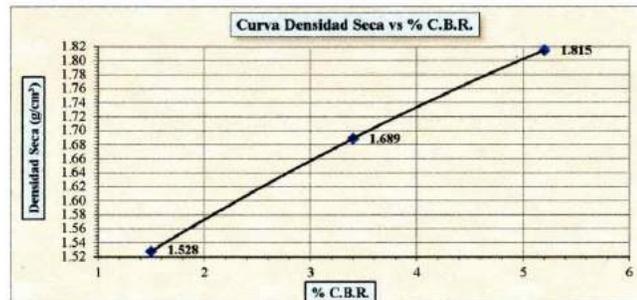
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	1.815	1.689	1.528
Contenido de Humedad (%)	20.0	19.9	19.8

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	52	1000	5.2
II	0.10	34	1000	3.4
III	0.10	15	1000	1.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 5.2%
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 3.7%

d).- Expansión (%) : SI



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

Calicata: C-02 Progresiva: 000+450

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-CLA
	REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión	01
		Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1903-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

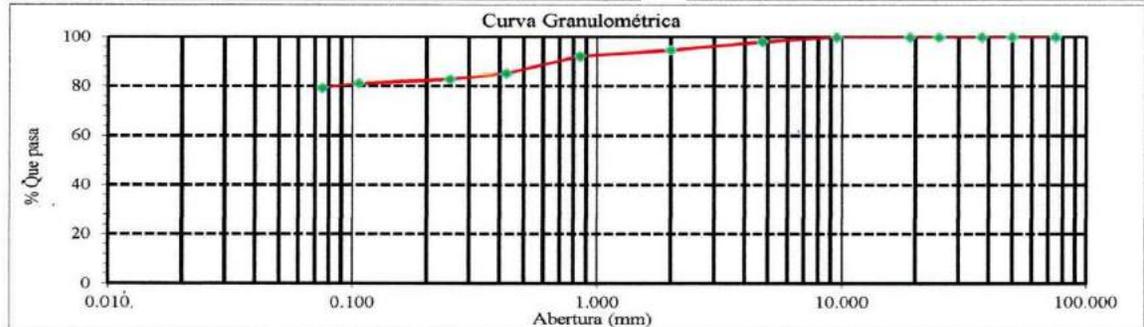
Calicata : C-2 Av. Los Proceres Prog. 000+450
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico NTP 339.128:1999 (revisada el 2019)				
Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
3 in.	75.000	0.0	0.0	100.0
2 in.	50.000	0.0	0.0	100.0
1½ in.	37.500	0.0	0.0	100.0
1 in.	25.000	0.0	0.0	100.0
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0
½ in.	9.500	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	1.8	1.8	98.2
No. 10	2.000	3.5	5.3	94.7
No. 20	0.850	2.4	7.6	92.4
No. 40	0.425	7.1	14.7	85.3
No. 60	0.250	2.4	17.1	82.9
No. 140	0.106	1.8	18.8	81.2
No. 200	0.075	1.8	20.6	79.4
Fondo		79.4	100.0	0.0

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelo NTP 339.129:1999 (revisada el 2019)	
Límite Líquido	30
Límite Plástico	26
Índice de Plasticidad	4

Fracciones Granulométricas		SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)	
% Grava	1.8	% Humedad	12.8
% Arena	18.8		
% Finos	79.4		

SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) NTP 339.134:1999 (revisada el 2019)		SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte NTP 339.135:1999 (revisada el 2019)	
Símbolo	ML	A-4 (4)	
Nombre	Limo con arena		



NOTAS:
 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar

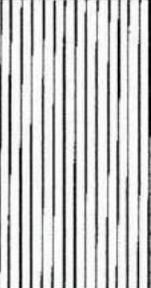


C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

PERFIL ESTATIGRÁFICO DE LA CALICATA N°02 PROGRESIVA: 000+450

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-PE-CLA
	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual	Versión	01
	NTP 339.150:2001 (Revisada el 2015)	Fecha	15-08-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1903-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22
 Método de Excavación : Manual
 Calicata : C-2 Av. Los Próceres Prog. 000+450

Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Gráfico	Descripción y clasificación del material: Color, Humedad Natural, Plasticidad, Estado Natural de Compacidad, Forma de las partículas, Tamaño Máximo de Piedras, Presencia de Materia Orgánica, etc.
0.50	ML		Limo con arena, plasticidad media, estado humedo, color marron oscuros de consistencia media
1.00			
1.50			

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



MÁXIMA DENSIDAD SECA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-PROC
	SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³))	Versión	01
	NTP 339.141:1999 (revisada el 2019)	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 2

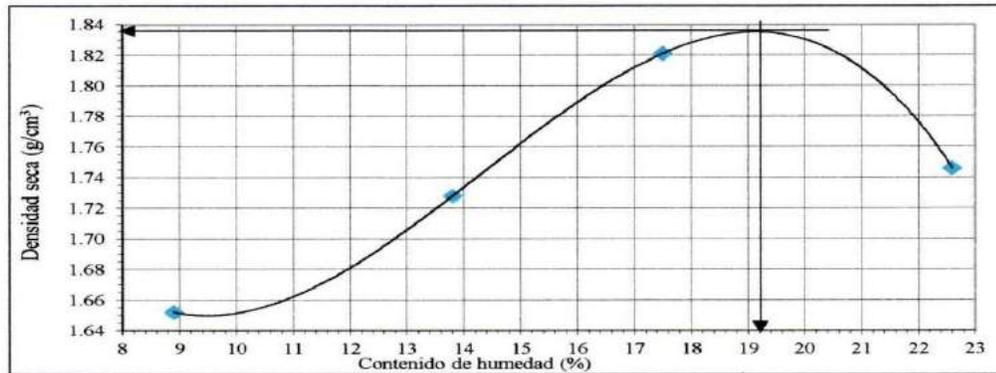
Expediente N° : 1903-2022
 Peticionario : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Proyecto : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

Método de ensayo Tipo "A"

Calicata : C-2 Av. Los Próceres Prog. 000+450
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

Máxima densidad seca : 1.836 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 19.2 %

% Contenido de humedad	8.9	13.8	17.5	22.6
Densidad seca (g/cm³)	1.652	1.728	1.821	1.746



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).
- Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

C.B.R

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Código	C3-FOR-S-CBR
	SUELOS. Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación Valor Soporte) de suelos	Versión	01
	NTP 339.175:2002 (revisada el 2015)	Fecha	04-01-21
		Página	2 de 2

Expediente N° : 1903-2022
 Peticionario : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Proyecto : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-22

Datos de la muestra:

Calicata : C-2 Av. Los Próceres Prog. 000+450
 Muestra : M-1
 Profundidad (m) : 1.50

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado NTP 339.141

Máxima densidad seca : 1.836 g/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 19.2 %

b).- Compactación de moldes

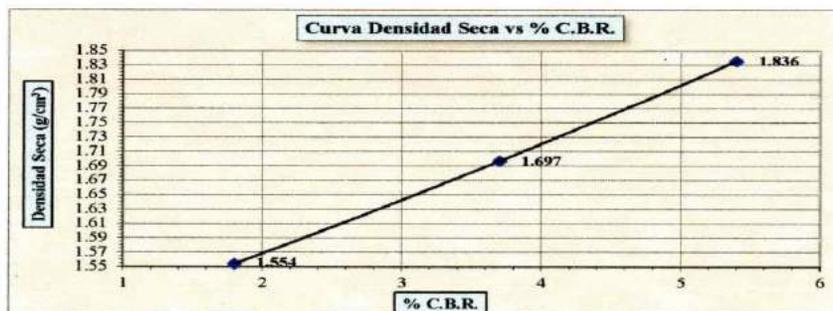
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad seca (g/cm ³)	1.836	1.697	1.554
Contenido de Humedad (%)	19.3	19.2	19.1

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.10 pulgada de penetración

Molde N°	Penetración (pulg.)	Presión Aplicada (lb/pulg ²)	Presión Patrón (lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.10	54	1000	5.4
II	0.10	37	1000	3.7
III	0.10	18	1000	1.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 5.4%
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 4.3%

d).- Expansión (%) : SI



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

Caracterización de los agregados.

Cantera: Pilcomayo-Huancayo Tipo de material: Piedra chancada de $\frac{3}{4}$

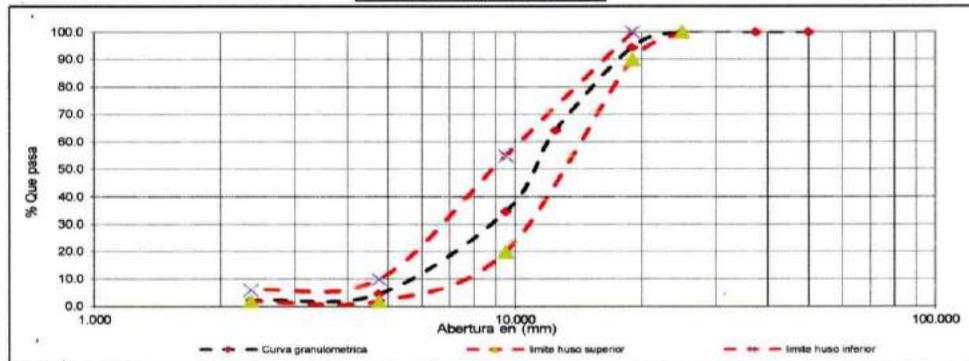
	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-A.GRA- $\frac{3}{4}$ in.
	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso	Versión	01
	NTP 400.012:2021	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junin 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junin
 Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Pilcomayo - Huancayo
 Tipo de material : Piedra chancada de $\frac{3}{4}$ in.

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa	NTP 400.037 Huso 67 % Que pasa por los tamices normalizados
1 in.	25.000	0.0	0.0	100.0	100
$\frac{3}{4}$ in.	19.000	5.5	5.5	94.5	90 a 100
$\frac{1}{2}$ in.	12.500	30.3	35.8	64.2	---
$\frac{3}{8}$ in.	9.500	29.6	65.4	34.6	20 a 55
No. 4	4.750	30.0	95.4	4.6	0 a 10
No. 8	2.360	2.2	97.6	2.4	0 a 5
Fondo		2.4	100.0		

TM	1 in.
TMN	$\frac{3}{4}$ in.
M.F	6.64



M.F = Módulo de finura
 TM = Tamaño máximo
 TMN = Tamaño máximo nominal

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junin
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PU-¼ in.
	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados	Versión	01
	NTP 400.017:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 202
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Pilcomayo - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¼ in.

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	18.473	18.456	18.444
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	13.516	13.499	13.487
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1432	1430	1429
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1430		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1422		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	19.318	19.326	19.293
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	14.361	14.369	14.336
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1521	1522	1519
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1521		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1512		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PEM-¼ in.
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 202
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Pileomayo - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¼ in.

I. Datos

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)	2967
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)	3000
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)	2846
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)	976
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)	1870

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = A/(B-C)]	(gr/cm ³)	2.63
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = B/(B-C)]	(gr/cm ³)	2.65
3	Masa específica aparente [P.E.A. = A/(A-C)]	(gr/cm ³)	2.70
4	Porcentaje de absorción [(B-A)/A*100]		1.11

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-CH-¾ in.
	AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	Versión	01
	NTP 339.185:2021	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Pilcomayo - Huancayo
Tipo de material : Piedra chancada de ¾ in.

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	874.1
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	869.4
3) Masa de la tara	(g)	69.3
4) Masa del agua	(g)	4.70
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	800.1
6) Contenido de Humedad	(%)	0.59

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



Cantera: Rio Mantaro – San Jerónimo de Tunan Tipo de material: Arena gruesa

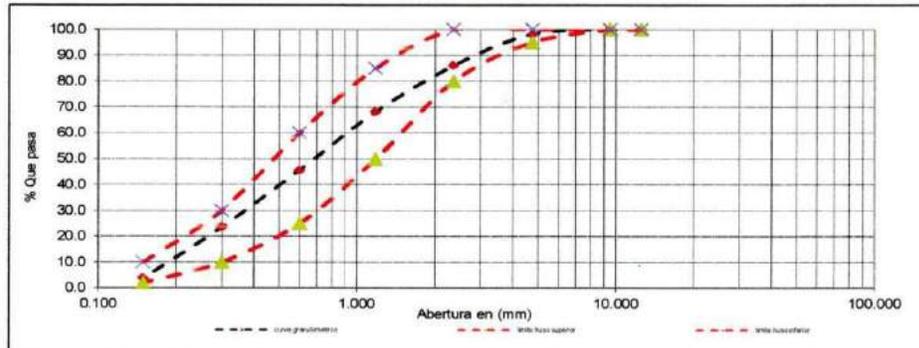
	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-GRA-A.Gruesa
	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso	Versión	01
	NTP 400.012:2021	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Rio Mantaro - San Jerónimo de Tunan
 Tipo de material : Arena gruesa

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa	NTP 400.037 % Que pasa
¾ in.	19.000	0.0	0.0	100.0	100
½ in.	12.500	0.0	0.0	100.0	100
¾ in.	9.500	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	4.750	3.2	3.2	96.8	95 a 100
No. 8	2.360	13.9	17.1	82.9	80 a 100
No. 16	1.180	23.9	41.0	59.0	50 a 85
No. 30	0.600	26.9	67.9	32.1	25 a 60
No. 50	0.300	14.6	82.5	17.5	5 a 30
No. 100	0.150	12.7	95.2	4.8	0 a 10
Fondo		4.8	100.0		

M.F. 3.07



M.F = Módulo de finura

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PU-A.Gruesa
	AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados	Versión	01
	NTP 400.017:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera: : Río Mantaro - San Jerónimo de Tunan
Tipo de material : Arena gruesa

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	6.223	6.222	6.218
Masa del molde	(kg)	1.595	1.595	1.595
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4.628	4.627	4.623
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1634	1634	1632
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1633		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1615		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	6.574	6.564	6.569
Masa del molde	(kg)	1.595	1.595	1.595
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	4.979	4.969	4.974
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1758	1755	1756
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1756		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1737		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
Celular: 947-898992
Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-PEM-A.Gruesa
	AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	Versión	01
	NTP 400.021:2020	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1503-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 202
Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 15-03-22

Cantera : Rio Mantaro - San Jerónimo de Tunan
Tipo de material : Arena gruesa

I. Datos

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	971.6
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	664.1
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)	307.5
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	656.6
5	Masa del balón	(g)	164.1
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)	492.5
7	Volumen del balón V = 500 ml		500

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = $A / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.56
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S. = $500 / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.60
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$]	(g/cm ³)	2.66
4	Porcentaje de absorción [$(500 - A) / A * 100$]		1.52

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-CH-¼ in.
	AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	Versión	01
	NTP 339.185:2021	Fecha	04-01-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 2302-2022
Nombre del testista : Bach. Ing. Alexander Miguel Rivera Sueldo
Nombre de la tesis : Evaluación del desempeño del concreto elaborado con los métodos de diseño ACI y Shiltone para pavimentos rígidos - Huancayo
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 23-02-22

Cantera : Río Mantaro - San Jerónimo de Tunan
Tipo de material : Arena gruesa

1) Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	625.3
2) Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	619.2
3) Masa de la tara	(g)	85.2
4) Masa del agua	(g)	6.10
5) Masa de la muestra secada al horno	(g)	534.0
6) Contenido de Humedad	(%)	1.14

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Huamani Salazar Omar Alex



	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-DI-210-¼ in.
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01
		Fecha	04-01-21
		Página	1 de 2

Expediente N° : 1503-2022
 Peticionario : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Proyecto : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilea - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-03-22

DISEÑO DE MEZCLA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Cemento : Andino Tipo I
 Peso específico : 3.15

AGREGADO FINO

Arena gruesa
 Cantera Rio Mantaro - San Jerónimo de Tunan

NTP 400.022

Peso específico de masa : 2.56
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.60
 Peso específico aparente : 2.66

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1615 kg/m^3
 Peso unitario compactado seco : 1737 kg/m^3

NTP 400.012

Tamiz	% Retenido	% Que pasa
¾ in.	0.0	100.0
No. 4	3.2	96.8
No. 8	13.9	82.9
No. 16	23.9	59.0
No. 30	26.9	32.1
No. 50	14.6	17.5
No. 100	12.7	4.8
Fondo	4.8	0.0

AGREGADO GRUESO

Piedra chancada de ¼ in.
 Cantera Pilcomayo - Huancayo

NTP 400.022

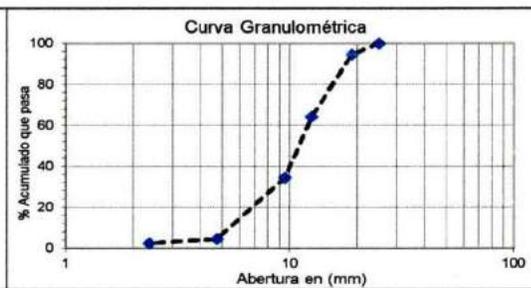
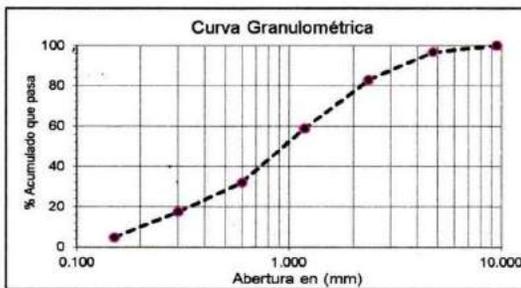
Peso específico de masa : 2.63
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.65
 Peso específico aparente : 2.70

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1422 kg/m^3
 Peso unitario compactado seco : 1512 kg/m^3

NTP 400.012

Tamiz	% Retenido	% Que pasa
1½ in.	0.0	100.0
1 in.	0.0	100.0
¾ in.	5.5	94.5
½ in.	30.3	64.2
¼ in.	29.6	34.6
No. 4	30.0	4.6
No. 8	2.2	2.4
Fondo	2.4	



Módulo de finura : 3.07
 % Porcentaje de absorción : 1.52
 % Contenido de humedad : 1.14

Tamaño máximo nominal : ¼ in.
 % Porcentaje de absorción : 1.11
 % Contenido de humedad : 0.59



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

Diseño de Mezcla.

	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO	Código	C3-FOR-DI-210-¼ in.
	CERTIFICADO DE ENSAYO	Versión	01
		Fecha	04-01-21
		Página	2 de 2

DISEÑO DE MEZCLA ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

Asentamiento - slump	: 6	pulgadas
Factor de cemento	: 8.7	bolsas de cemento/m ³ de concreto
Relación agua - cemento de diseño	: 0.558	

PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	1
Arena	2.55
Piedra	2.13
Agua	24.60 litros de agua/bolsa de cemento

PROPORCIÓN EN VOLUMEN

Cemento	1 bolsa de cemento
Arena	2.34 pie ³
Piedra	2.23 pie ³
Agua	24.60 litros de agua/bolsa de cemento

Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (Teorico)

	: 2277 kg/m ³	
Agua	: 205 L	Potable
Cemento	: 367 kg	Andino Tipo I
Agregado fino	: 926 kg	Cantera Rio Mantaro - San Jerónimo de Tunan
		Arena gruesa
Agregado grueso	: 778 kg	Cantera Pilcomayo - Huancayo
		Piedra chancada de ¼ in.

Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco

	: 2307 kg/m ³	
Agua	: 213 L	Potable
Cemento	: 369 kg	Andino Tipo I
Agregado fino	: 940 kg	Cantera Rio Mantaro - San Jerónimo de Tunan
		Arena gruesa
Agregado grueso	: 785 kg	Cantera Pilcomayo - Huancayo
		Piedra chancada de ¼ in.

OBSERVACIONES:

- * El muestreo e identificación son realizados por el peticionario.
- * En obra corregir por humedad.
- * Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



Ensayo en estado plástico.

Ensayo de Peso unitario

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-015
	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Edición NTP 339.046:2019	Versión	01
		Fecha	06-12-19
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1703-2022
 Nombre de la testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 17-03-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 210 kg/cm ²	0%	6.948	3.261	3.687	0.0016	2304	2309
		6.957	3.263	3.694	0.0016	2309	
		6.961	3.260	3.701	0.0016	2313	
	4%	6.982	3.263	3.719	0.0016	2324	2327
		6.991	3.265	3.726	0.0016	2329	
		6.986	3.263	3.723	0.0016	2327	
	8%	7.012	3.267	3.745	0.0016	2341	2343
		7.008	3.264	3.744	0.0016	2340	
		7.015	3.260	3.755	0.0016	2347	
	12%	7.025	3.267	3.758	0.0016	2349	2350
		7.032	3.264	3.768	0.0016	2355	
		7.016	3.260	3.756	0.0016	2348	
	16%	7.025	3.262	3.763	0.0016	2352	2354
		7.031	3.266	3.765	0.0016	2353	
		7.039	3.269	3.770	0.0016	2356	

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar



Ensayo de temperatura

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-013
	CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a Edición NTP 339.184:2021	Versión	01
		Fecha	15-11-21
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1703-2022

Nombre de la tesis : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 17-03-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Temperatura °C
f _c = 210 kg/cm ²	0%	20.5
	4%	20.0
	8%	19.5
	12%	19.0
	16%	18.5

NOTAS:

1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar



Ensayo de Slump.

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-019
	CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Edición	Versión	01
	NTP 339.035:2022	Fecha	16-03-22
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1703-2022
 Nombre de la tesis : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 17-03-22

Diño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Asentamiento - Slump
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0%	6 pulgadas
	4%	5½ pulgadas
	8%	5¼ pulgadas
	12%	4¾ pulgadas
	16%	4¾ pulgadas

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar



Ensayo a compresión- adicionando 0% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo NTP 339.034:2021		Versión	02
			Fecha	16-11-21
			Página	1 de 1

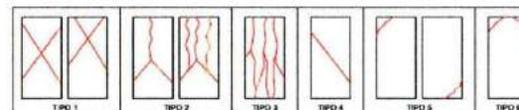
Expediente N° : 1404-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilea - Junín 2022
 Ubicación : Chilea - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 14-04-22

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	fc = 210 kg/cm ²	0%	17-03-22	24-03-22	7	101.4	8075.4	132.23	16.4	167.0	171.6	Tipo 1	No
2			17-03-22	24-03-22	7	101.2	8043.6	137.17	17.1	173.9		Tipo 2	No
3			17-03-22	24-03-22	7	101.4	8075.4	137.78	17.1	174.0		Tipo 2	No
4			17-03-22	31-03-22	14	101.5	8091.4	171.34	21.2	215.9	218.8	Tipo 3	No
5			17-03-22	31-03-22	14	101.4	8075.4	177.17	21.9	223.7		Tipo 2	No
6			17-03-22	31-03-22	14	101.4	8075.4	171.75	21.3	216.9		Tipo 1	No
7			17-03-22	14-04-22	28	101.2	8043.6	186.24	23.2	236.1	238.8	Tipo 1	No
8			17-03-22	14-04-22	28	101.4	8075.4	190.51	23.6	240.6		Tipo 2	No
9			17-03-22	14-04-22	28	101.1	8027.7	188.74	23.5	239.7		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0,25 MPa/s ± 0,05 MPa/s, en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar

C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilea - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com

Ensayo a compresión- adicionando 04% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-010
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo	Versión	02
	NTP 339.034:2021	Fecha	16-11-21
		Página	1 de 1

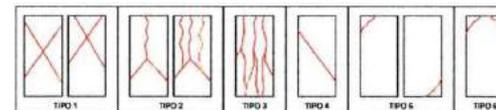
Expediente N° : 1404-2022
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 14-04-22

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	fc = 210 kg/cm ²	4%	17-03-22	24-03-22	7	101.4	8075.4	137.92	17.1	174.2	176.9	Tipo 1	No
2			17-03-22	24-03-22	7	101.2	8043.6	138.84	17.3	176.0		Tipo 2	No
3			17-03-22	24-03-22	7	101.4	8075.4	142.90	17.7	180.5		Tipo 2	No
4			17-03-22	31-03-22	14	101.4	8075.4	178.71	22.1	225.7	226.1	Tipo 3	No
5			17-03-22	31-03-22	14	101.2	8043.6	179.34	22.3	227.4		Tipo 2	No
6			17-03-22	31-03-22	14	101.3	8059.5	178.14	22.1	225.4		Tipo 1	No
7			17-03-22	14-04-22	28	101.5	8091.4	194.25	24.0	244.8	245.5	Tipo 1	No
8			17-03-22	14-04-22	28	101.4	8075.4	192.84	23.9	243.5		Tipo 2	No
9			17-03-22	14-04-22	28	101.2	8043.6	195.76	24.3	248.2		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0,25 MPa/s ± 0,05 MPa/s, en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar

Ensayo a compresión- adicionando 08% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-010
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo	Versión	02
	NTP 339.034:2021	Fecha	16-11-21
		Página	1 de 1

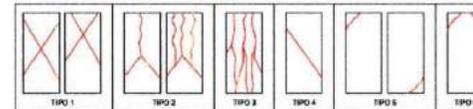
Expediente N° : 1404-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 14-04-22

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cu} (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cu} (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen f_{cu} (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	fc = 210 kg/cm ²	8%	17-03-22	24-03-22	7	101.1	8027.7	142.29	17.7	180.7	184.9	Tipo 1	No
2			17-03-22	24-03-22	7	101.2	8043.6	145.89	18.1	185.0		Tipo 2	No
3			17-03-22	24-03-22	7	101.3	8059.5	149.46	18.5	189.1		Tipo 2	No
4			17-03-22	31-03-22	14	101.1	8027.7	184.38	23.0	234.2	236.6	Tipo 3	No
5			17-03-22	31-03-22	14	101.1	8027.7	188.45	23.5	239.4		Tipo 2	No
6			17-03-22	31-03-22	14	101.2	8043.6	186.31	23.2	236.2		Tipo 1	No
7			17-03-22	14-04-22	28	101.2	8043.6	200.41	24.9	254.1	256.3	Tipo 1	No
8			17-03-22	14-04-22	28	101.3	8059.5	202.63	25.1	256.4		Tipo 2	No
9			17-03-22	14-04-22	28	101.4	8075.4	204.74	25.4	258.5		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0.25 MPa/s ± 0.05 MPa/s, en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar

Ensayo a compresión- adicionando 12% de ceniza de cascara de huevo

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo		Versión	02
	NTP 339.034:2021		Fecha	16-11-21
			Página	1 de 1

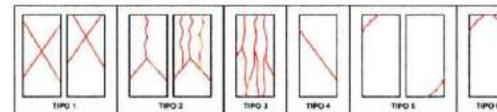
Expediente N° : 1504-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-04-22

Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díametro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cu} (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	12%	18-03-22	25-03-22	7	101.5	8091.4	148.14	18.3	186.7	191.9	Tipo 1	No
2			18-03-22	25-03-22	7	101.2	8043.6	151.50	18.8	192.1		Tipo 2	No
3			18-03-22	25-03-22	7	101.2	8043.6	155.30	19.3	196.9		Tipo 2	No
4			18-03-22	01-04-22	14	101.1	8027.7	191.96	23.9	243.8	245.9	Tipo 3	No
5			18-03-22	01-04-22	14	101.1	8027.7	195.68	24.4	248.6		Tipo 2	No
6			18-03-22	01-04-22	14	101.2	8043.6	193.59	24.1	245.4		Tipo 1	No
7			18-03-22	15-04-22	28	101.3	8059.5	208.65	25.9	264.0	267.0	Tipo 1	No
8			18-03-22	15-04-22	28	101.1	8027.7	210.41	26.2	267.3		Tipo 2	No
9			18-03-22	15-04-22	28	101.2	8043.6	212.74	26.4	269.7		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0.25 MPa/s \pm 0.05 MPa/s, en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar

Ensayo a compresión- adicionando 16% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo NTP 339.034:2021		Versión	02
			Fecha	16-11-21
			Página	1 de 1

Expediente N° : 1504-2022
 Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo
 Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilea - Junín 2022
 Ubicación : Chilea - Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 15-04-22

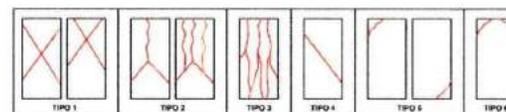
Testigo N°	Diseño de mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (MPa)	Resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión del espécimen f_{cm} (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	f _c = 210 kg/cm ²	12%	18-03-22	25-03-22	7	101.2	8043.6	143.07	17.8	181.4	183.6	Tipo 1	No
2			18-03-22	25-03-22	7	101.3	8059.5	144.61	17.9	183.0		Tipo 2	No
3			18-03-22	25-03-22	7	101.5	8091.4	147.95	18.3	186.5		Tipo 2	No
4			18-03-22	01-04-22	14	101.4	8075.4	185.39	23.0	234.1	235.1	Tipo 3	No
5			18-03-22	01-04-22	14	101.1	8027.7	186.79	23.3	237.3		Tipo 2	No
6			18-03-22	01-04-22	14	101.2	8043.6	184.43	22.9	233.8		Tipo 1	No
7			18-03-22	15-04-22	28	101.3	8059.5	201.51	25.0	255.0	255.7	Tipo 1	No
8			18-03-22	15-04-22	28	101.1	8027.7	200.85	25.0	255.1		Tipo 2	No
9			18-03-22	15-04-22	28	101.2	8043.6	202.67	25.2	256.9		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE
- 3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0,25 MPa/s ± 0,05 MPa/s, en conformidad con la norma NTP 339.034:2021
- 4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado en conformidad con la norma NTP 339.216:2016
- 5) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 6) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC
- 7) Se indican los tipos de fractura obtenidas en las muestras ensayadas.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar

LEYENDA DE FRACTURA DE PROBETAS



Ensayo a flexión- adicionando 0% de ceniza de cascara de huevo

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-012
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición		Versión	01
	NTP 339.078:2022		Fecha	24-03-22
			Página	1 de 1

Expediente N° : 1404-2022

Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 14-04-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura M_r (MPa)	Módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	
fc = 210 kg/cm ²	0%	17-03-22	24-03-22	7	Poza de curado	26310	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.5	35.8	35.7	
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	26262	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.5	35.7		
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	26266	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.5	35.7		
		17-03-22	31-03-22	14	Poza de curado	33253	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.4	45.2	45.8
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	33557	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.5	45.6	
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	34292	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.6	46.6	
		17-03-22	14-04-22	28	Poza de curado	36542	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	49.7	49.6
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	36475	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	49.6	
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	36481	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	49.6	

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de carga fue entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022.
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Ensayo a flexión- adicionando 4% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-012
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición	Versión	01
	NTP 339.078:2022	Fecha	24-03-22
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1404-2022

Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 14-04-22

Disegno de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura M_r (MPa)	Módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	
fe = 210 kg/cm ²	4%	17-03-22	24-03-22	7	Poza de curado	27397	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.7	37.3	37.3	
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	27404	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.7	37.3		
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	27402	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.7	37.3		
		17-03-22	31-03-22	14	Poza de curado	34627	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.6	47.1	47.8
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	35016	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.7	47.6	
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	35775	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.8	48.6	
		17-03-22	14-04-22	28	Poza de curado	38052	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.1	51.7	51.7
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	38061	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.1	51.7	
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	38058	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.1	51.7	

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de carga fue entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada S.A.C.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Hunamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
 Celular: 947-898992
 Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

Ensayo a flexión- adicionando 8% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-012
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición		Versión	01
	NTP 339.078:2022		Fecha	24-03-22
			Página	1 de 1

Expediente N° : 1404-2022

Nombre del testista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 14-04-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura M_r (MPa)	Módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura M_r (kg/cm ³)
fc = 210 kg/cm ²	8%	17-03-22	24-03-22	7	Poza de curado	28261	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.8	38.4	38.4
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	28210	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.8	38.4	
		17-03-22	24-03-22		Poza de curado	28230	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.8	38.4	
		17-03-22	31-03-22	14	Poza de curado	35719	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.8	48.6	49.2
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	36047	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.8	49.0	
		17-03-22	31-03-22		Poza de curado	36856	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.1	
		17-03-22	14-04-22	28	Poza de curado	39252	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.4	53.3
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	39181	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.3	
		17-03-22	14-04-22		Poza de curado	39208	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.3	

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de carga fue entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Ensayo a flexión- adicionando 12% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-012
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición NTP 339.078:2022		Versión	01
			Fecha	24-03-22
			Página	1 de 1

Expediente N° : 1504-2022

Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junín 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín

Fecha de emisión : 15-04-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura M_r (MPa)	Módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura M_r (kg/cm ²)	
f'c = 210 kg/cm ²	12%	18-03-22	25-03-22	7	Poza de curado	29077	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.9	39.5	39.5	
		18-03-22	25-03-22		Poza de curado	29017	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.9	39.5		
		18-03-22	25-03-22		Poza de curado	29084	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.9	39.5		
		18-03-22	01-04-22	14	Poza de curado	36750	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.0	50.7
		18-03-22	01-04-22		Poza de curado	37077	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.4	
		18-03-22	01-04-22		Poza de curado	37970	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.1	51.6	
		18-03-22	15-04-22	28	Poza de curado	40385	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.4	54.9	54.9
		18-03-22	15-04-22		Poza de curado	40301	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.4	54.8	
		18-03-22	15-04-22		Poza de curado	40394	450	150	150	150	Tercio medio de la luz	5.4	54.9	

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de carga fue entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada S.A.C.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



Ensayo a flexión- adicionando 16% de ceniza de cascara de huevo.

	INFORME DE ENSAYO	Código	C3-FOR-012
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición	Versión	01
	NTP 339.078:2022	Fecha	24-03-22
		Página	1 de 1

Expediente N° : 1504-2022

Nombre del tesista : Bach. Ing. Boris André Vásquez Lazo

Nombre de la tesis : Análisis del diseño del pavimento rígido adicionando ceniza de cascara de huevo en la Avenida Los Próceres en Chilca - Junin 2022

Ubicación : Chilca - Huancayo - Junin

Fecha de emisión : 15-04-22

Diseño de Mezcla	% Adición de ceniza de cascara de huevo	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Tipo de curado	Carga máxima de rotura (N)	Luz libre entre apoyos (mm)	Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)	Ubicación de la falla	Módulo de rotura M_r (MPa)	Módulo de rotura M_r (kg/cm^2)	Promedio de módulo de rotura M_r (kg/cm^2)
fe = 210 kg/cm^2	16%	18-03-22	25-03-22	7	Poza de curado	28127	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.8	38.2	38.2
		18-03-22	25-03-22		Poza de curado	28110	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.7	38.2	
		18-03-22	25-03-22		Poza de curado	28144	450	150	150	Tercio medio de la luz	3.8	38.3	
		18-03-22	01-04-22	14	Poza de curado	35549	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.7	48.3	49.0
		18-03-22	01-04-22		Poza de curado	35918	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.8	48.8	
		18-03-22	01-04-22		Poza de curado	36744	450	150	150	Tercio medio de la luz	4.9	50.0	
		18-03-22	15-04-22	28	Poza de curado	39065	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.1	53.1
		18-03-22	15-04-22		Poza de curado	39041	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.1	
		18-03-22	15-04-22		Poza de curado	39089	450	150	150	Tercio medio de la luz	5.2	53.1	

NOTAS:

- 1) El muestreo, moldeo, identificación y curado inicial fue realizado por el CLIENTE.
- 2) El tipo de muestra, cantidad de muestras y procedencia fue establecido por el CLIENTE.
- 3) La velocidad de carga fue entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, en conformidad con la norma NTP 339.078:2022
- 4) El uso e interpretación de los resultados es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
- 5) Está prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorización de C3 Ingeniería Especializada SAC.

Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



PANEL FOTOGRÁFICO

Caracterización de los Agregados.

Imagen: Ensayo de peso unitario de piedra chancada de $\frac{3}{4}$ "



cuarteo de la piedra chancada.



llenado de la piedra



terminado de llenado de la piedra.



enrasado de la piedra chancada

Imagen: Ensayo de peso unitario compactado de piedra chancada de $\frac{3}{4}$ "



compactado de la primera capa



compactado de la tercera capa



enrasado de la piedra compactada



pesado de la piedra compactada

Imagen: Ensayo de peso unitario de arena gruesa



cuarteo de la arena gruesa



introduciendo la arena gruesa



enrasado de la arena

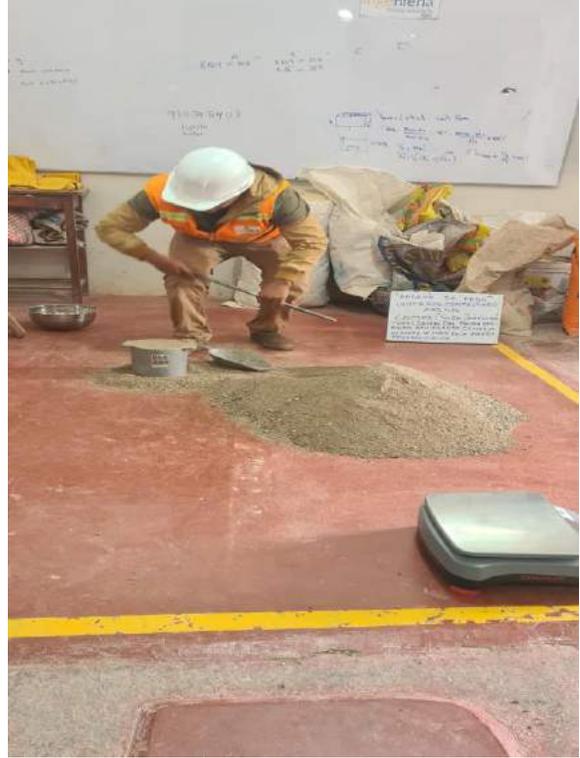


pesado de la arena

Imagen: Ensayo de peso unitario compactado de arena gruesa



enrasado de la arena



pesado de la arena

Imagen: Ensayo de Granulometría de la piedra chancada de ¾ "



vaciado de la piedra chancada



realizando el ensayo

Imagen: Ensayo de granulometría de la arena gruesa



introduciendo la arena gruesa



pesado de la arena

Imagen: Ensayo de peso específico de la piedra chancada de 3/4 "



pedra chancada 3/4" sumergida



pedra chancada 3/4" sumergida

Imagen: Ensayo de peso específico de la piedra chancada de ¾"



introduciendo piedra chancada ¾"



tomando la lectura del peso

Imagen: Ensayo de peso específico de la arena



ensayo de la arena gruesa



introduciendo la arena

ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS

Imagen: Realización de las calicatas en la avenida próceres.



calicata N°01-progresiva:000+200



calicata N°02-000+450

Imagen: Ensayo de Granulometría de las calicatas C-01 y C-02.



Ingresando la muestra C-01 al horno



tamizando la muestra C-02

Imagen: Ensayo de Granulometría de las calicatas C-01 y C-02.



tamizando la muestra C-01



tamizando la muestra C-02

Imagen: Ensayo de Limite Liquido



Realizando el cepillado de la C-01



realizando los golpes a la C-02

Imagen: Ensayo de Limite Liquido



realizando los golpes a la C-02



Después de realizar los 25 golpes

Imagen: Ensayo de Limite Plástico



realizando los gusanitos de la C-01



gusanitos de la muestra C-01

Imagen: Ensayo de Limite Plástico



termino de los gusanitos de la C-02



tomando lectura de la muestra C-02

Imagen: Ensayo de Proctor Modificado



realizando el ensayo a la muestra C-01



realizando el compactado 1 capa C-01

Imagen: Ensayo de Proctor Modificado C-02



realizando el compactado 2 capa C-02



realizando el compactado 2 capa C-02



realizando el ensayo a la muestra C-02



realizando el compactado 1 capa C-02

Imagen: Ensayo de Proctor Modificado C-02



realizando el ensayo a la muestra C-02



realizando el compactado 1 capa C-02

Imagen: Ensayo de CBR – muestra C-01



realizando el ensayo CBR a la C-01



realizando el compactado 1 capa C-01

Imagen: Ensayo de CBR



realizando el compactado de la 3 capa C-01



nivelado de la muestra C-01

Imagen: Ensayo de CBR – muestra C-02



colocado de papel filtro ala C-02



realizando el compactado 1 capa C-02

Imagen: Ensayo de CBR – muestra C-02



compactado de la 2 capa de la C-02



enrasado de la muestra C-02

Estudio de trafico

Imagen: Estudio de trafico



conteo vehicular 7:00 am



conteo vehicular 12:00 am

Imagen: Estudio de trafico



conteo vehicular 7:00 pm



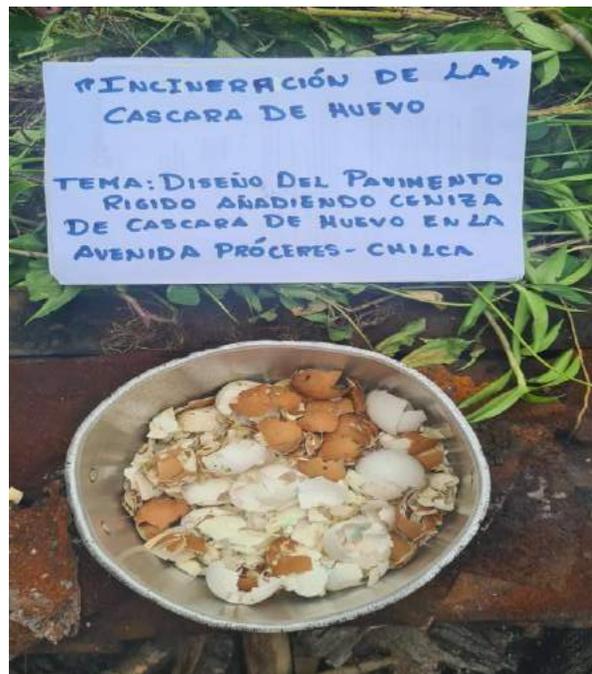
conteo vehicular 8:00 pm

Diseño de mezcla.

Imagen: recolección de la cascara de huevo



recolección de cascara de huevo de chifas



conteo vehicular 12:00 am

Imagen: incineración de la cascara de huevo



Incineración de la cascara de huevo



Producto final de la incineración.

Imagen: tamizado de la cascara de huevo



tamizado de la cascara de huevo



Producto final del tamizado de la ceniza.

Imagen: Diseño de Mezcla



Diseño de mezcla de 4%



Diseño de mezcla de 8%



Diseño de mezcla de 12%



Diseño de mezcla de 16%

Ensayo en estado plástico-ensayo de peso unitario.

Imagen: Ensayo de peso unitario en estado fresco adicionando 4% de ceniza



Adicionando ceniza 4%-chuseando



Pesando el molde con 4% de ceniza

Imagen: Ensayo de peso unitario en estado fresco adicionando 8% de ceniza



Adicionando ceniza 8%-chuseando



Pesando el molde con 8% de ceniza

Imagen: Ensayo de peso unitario en estado fresco adicionando 12% de ceniza



Adicionando ceniza 12%-compactando



enrasando la adición 12% de ceniza

Imagen: Ensayo de peso unitario en estado fresco adicionando 16% de ceniza



perfilando la adición 16% de ceniza



pesando 16% adición de ceniza

Ensayo en estado plástico-ensayo de temperatura.

Imagen: Ensayo de temperatura en estado fresco adicionando 4% de ceniza



tomando lectura de 4% de ceniza



tomando lectura de 4% de ceniza

Imagen: Ensayo de temperatura en estado fresco adicionando 8% de ceniza



tomando lectura de 8% de ceniza



tomando lectura de 8% de ceniza

Imagen: Ensayo de temperatura en estado fresco adicionando 12% de ceniza



tomando lectura de 12% de ceniza



tomando lectura de 12% de ceniza

Imagen: Ensayo de temperatura en estado fresco adicionando 16% de ceniza



tomando lectura de 16% de ceniza



tomando lectura de 16% de ceniza

Ensayo en estado plástico-ensayo de Asentamiento.

Imagen: Ensayo de Asentamiento en estado fresco adicionando 4% de ceniza



sacando en cono de abrams 4% de ceniza



midiendo el asentamiento de 4% de ceniza

Imagen: Ensayo de Asentamiento en estado fresco adicionando 8% de ceniza



sacando en cono de abrams 8% de ceniza



midiendo el asentamiento de 8% de ceniza

Imagen: Ensayo de Asentamiento en estado fresco adicionando 12% de ceniza



sacando en cono de abrams 12% de ceniza



midiendo el asentamiento de 12% de ceniza

Imagen: Ensayo de Asentamiento en estado fresco adicionando 16% de ceniza



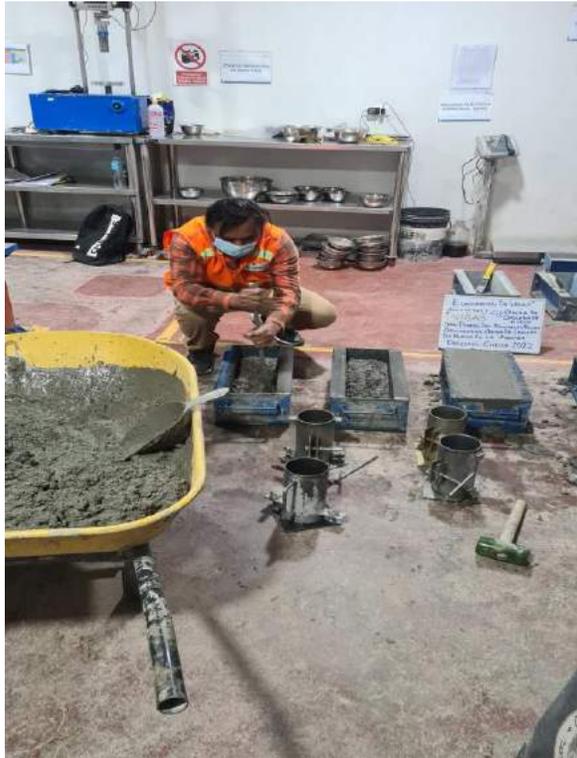
enrasando el cono con 16% de ceniza



midiendo el asentamiento de 16% de ceniza

Elaboración de vigas de concreto adicionando ceniza de cascara de huevo.

Imagen: Elaboración de vigas adicionando 4% de ceniza

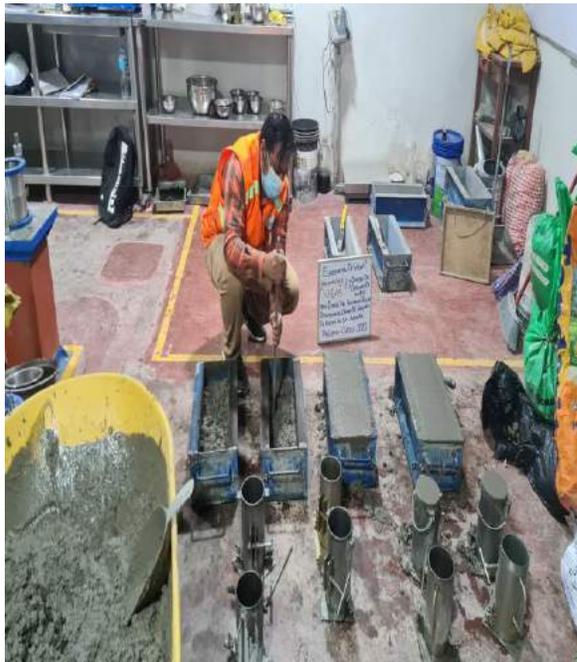


chuseando con adición de 4% de ceniza

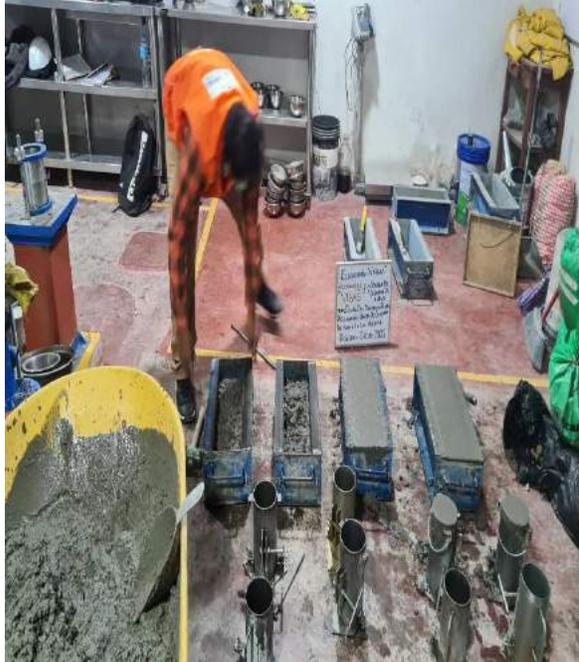


chuseando 2 capa

Imagen: Elaboración de vigas adicionando 8% de ceniza

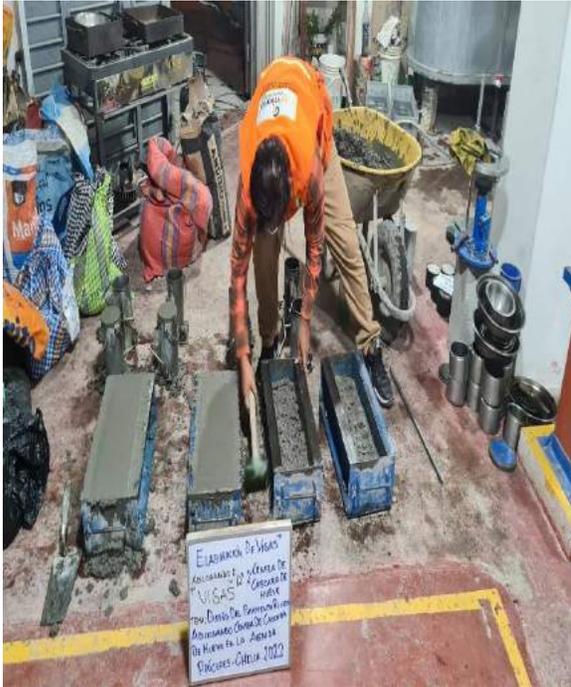


chuseando con adición de 8% de ceniza

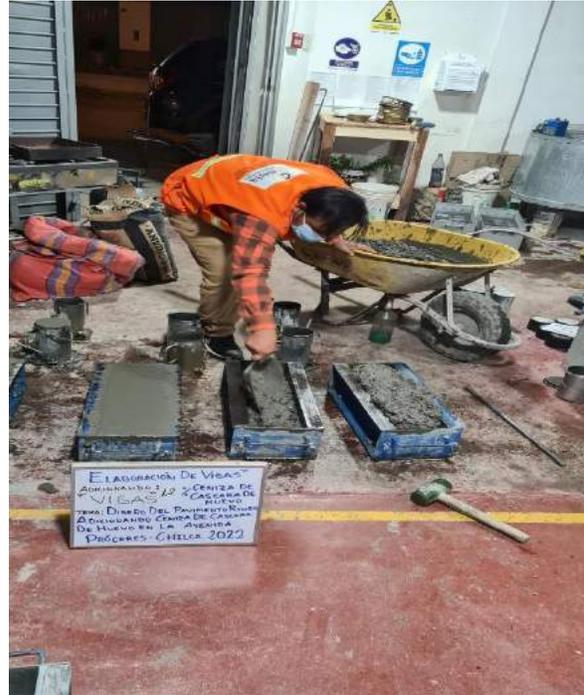


chuseando 2 capa

Imagen: Elaboración de vigas adicionando 12% de ceniza



chuseando con adición de 12% de ceniza



compactando la 2 capa

Imagen: Elaboración de vigas adicionando 16% de ceniza



compactando con adición de 16% de ceniza



enrasando las vigas con 16% de ceniza

Elaboración de Probetas

Imagen: Elaboración de probetas cilíndricas patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$



chuseando testigo patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$

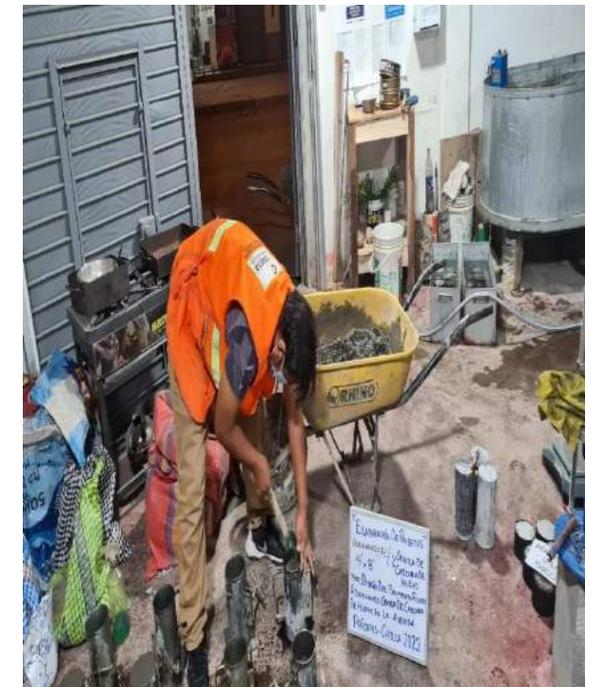


chuseando 2 capa - patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Imagen: Elaboración de probetas cilíndricas adicionando 4% de ceniza



chuseando testigo con adición de 4%



chuseando 2 capa con adición de 4%

Imagen: Elaboración de probetas cilíndricas adicionando 8% de ceniza



chuseando testigo con adición de 8%



compactando 2 capa con adición de 8%

Imagen: Elaboración de probetas cilíndricas adicionando 12% de ceniza



chuseando testigo con adición de 12%

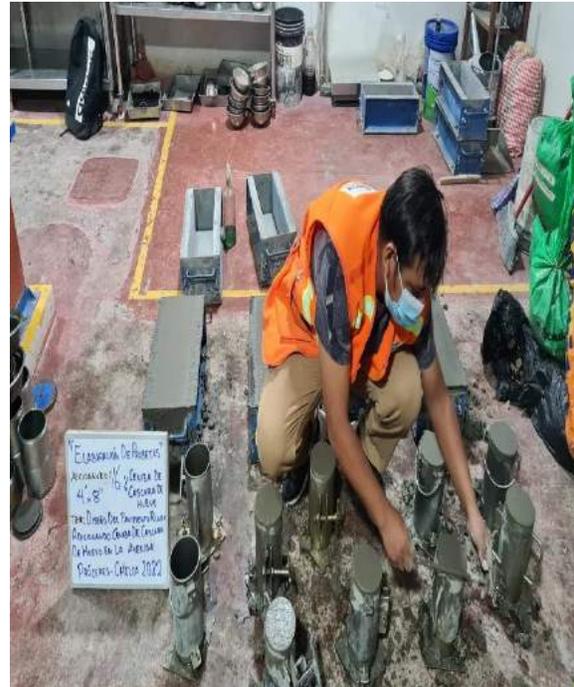


testigos con adición de 12% de ceniza

Imagen: Elaboración de probetas cilíndricas adicionando 16% de ceniza



chuseando testigo con adición de 16%



testigos con adición de 16% de ceniza

Curado de probetas y vigas.

Imagen: Curado de probetas y vigas sumergidas con agua y cal



curado de probetas y vigas



curado de probetas y vigas

Ensayos a flexión para vigas

Imagen: Ensayo a compresión para vigas – edad a los 28 días.



testigo n°01-



tomando lectura de rotura

Imagen: Ensayo a compresión para vigas – edad a los 28 días.



Identificación de fallas



Identificación de fallas

Ensayos a compresión para probetas.

Imagen: Ensayo a compresión para probetas – edad a los 7 días.



testigo patrón con $f_c=210$ kg/cm²



testigo con adición de 8% de ceniza



testigo con adición de 12% de ceniza



testigo con adición de 8% de ceniza

Imagen: Ensayo a compresión para probetas – edad a los 14 días.



testigo con adición de 4% de ceniza



testigo con adición de 8% de ceniza

Imagen: Ensayo a compresión para probetas – edad a los 14 días.



testigo con adición de 12% de ceniza



testigo con adición de 16% de ceniza

Imagen: Ensayo a compresión para probetas – edad a los 28 días.



testigo patrón con $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$



testigo con adición de 4% de ceniza



testigo con adición de 12% de ceniza



testigo con adición de 16% de ceniza



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, 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: "Diseño del Pavimento Rígido Adicionando Ceniza de Cascara de Huevo en la Avenida mi Próceres en Chilca 2022", cuyo autor es VASQUEZ LAZO BORIS ANDRE, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 20 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO DNI: 42203191 ORCID 0000-0001-8850-8463	Firmado digitalmente por: RSIGUENZA el 03-08- 2022 09:30:54

Código documento Trilce: TRI - 0357011