



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del  
concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Andia Marmanillo, Jhordy Kevin (ORCID: 0000-0002-0007-3977)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicado a mis padres, mi esposa, a mi pequeña hija y mi hermano que fueron mi motor y motivo durante mi etapa universitaria y el proceso de elaboración de la presente tesis, los cuales me han acompañado en este camino y han contribuido a mi crecimiento.

## **Agradecimiento**

Gracias a mis padres, mi esposa y mi hermano, que son mis pilares fundamentales y que me apoyan incondicionalmente a pesar de las dificultades e inconvenientes que he enfrentado en el transcurso de la elaboración de la presente investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	58

## Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de gelatinización del almidón (en exceso de agua) .....	23
Tabla 2. Características de los agregados finos y gruesos .....	30
Tabla 3. Diseño de mezclas.....	30
Tabla 4. Ensayo de trabajabilidad.....	32
Tabla 5. Ensayo de absorción .....	34
Tabla 6. Ensayo de flexión.....	35
Tabla 7. Ensayo de Compresión.....	37
Tabla 8. Test de normalidad y capacidad de trabajo de concreto.....	38
Tabla 9. Correlaciones de la trabajabilidad del concreto.....	39
Tabla 10. Pruebas de normalidad absorción del concreto.....	40
Tabla 11. Correlaciones de la absorción del concreto.....	41
Tabla 12. Pruebas de normalidad de resistencia a flexión del concreto. ....	42
Tabla 13. Correlaciones de resistencia a flexión del concreto.....	43
Tabla 14. Pruebas de normalidad de resistencia a compresión del concreto.....	44
Tabla 15. Correlaciones de resistencia a compresión del concreto .....	45

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura típica de un pavimento rígido.....	8
Figura 2. Instrumento para el ensayo de consistencia .....	11
Figura 3. Esquema de los tipos de falla que se presenta en la ejecución del ensayo a la compresión.....	12
Figura 4. Esquema del ensayo de flexión de la muestra prismática (viga simple) cargada en los dos tercios.....	13
Figura 5. Representación sinóptica de la estructura del gránulo de almidón.....	22
Figura 6. Peso de los insumos.....	29
Figura 7. Peso del almidón de maíz.....	29
Figura 8. Preparado de mezcla de concreto .....	29
Figura 9. Extracción de probetas de concreto.....	29
Figura 10. Prueba de slump.....	29
Figura 11. Mapa político del Perú .....	31
Figura 12. Mapa político del departamento del Cusco.....	31
Figura 13. Prueba de slump.....	32
Figura 14. Medición del asentamiento del concreto... ..	32
Figura 15. Extracción de probetas.....	33
Figura 16. Colocado de probetas en el horno. ....	33
Figura 17. Extracción de vigas de concreto para el ensayo de flexión.....	35
Figura 18. Ensayo de flexión.....	35
Figura 19. Extracción de probetas cilíndricas para el ensayo a compresión.....	36
Figura 20. Ensayo de compresión.....	36

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general determinar la influencia de la adición de almidón de maíz en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos Cusco 2022, la metodología fue tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental, cuasi experimental y nivel de investigación explicativo, la variable independiente es el almidón de maíz y la variable dependiente son las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, así también la población consta de 80 probetas de concreto divididas en concreto patrón, concreto con la adición de 2.5%, 5% y 7.5% de almidón de maíz.

Los resultados de la investigación con referente a la trabajabilidad del concreto dio como conclusión que a mayor porcentaje de adición de almidón de maíz el concreto es más trabajable; Así también con respecto a la absorción de concreto se concluye que a mayor adición de almidón de maíz presenta menos contenido de humedad; de igual manera realizando el ensayo de flexión del concreto se tiene mayor resistencia con la adición de 5% de almidón de maíz y finalmente con respecto a los resultados de la prueba a la resistencia de compresión del concreto se tuvo mayor resistencia adicionando 5% de almidón de maíz.

Palabras clave: Almidón, concreto, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

## **Abstract**

The general objective of this research is to determine the influence of the addition of corn starch on the physical and mechanical properties of concrete  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> in rigid pavements Cusco 2022, the methodology was applied type, quantitative approach, experimental design, quasi-experimental and level of explanatory research, the independent variable is corn starch and the dependent variable is the properties of the concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, so the population consists of 80 concrete specimens divided into standard concrete, concrete with the addition of 2.5%, 5% and 7.5% corn starch.

The results of the investigation regarding the workability of the concrete concluded that the higher the percentage of addition of corn starch, the more workable the concrete; Likewise, with respect to the absorption of concrete, it is concluded that the higher the addition of corn starch, the lower the moisture content; In the same way, performing the concrete flexural test, greater resistance is obtained with the addition of 5% corn starch and finally, with respect to the results of the concrete compression resistance test, greater resistance was obtained by adding 5% starch of corn.

Keywords: Starch, concrete, physical properties, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

Alrededor de estos últimos años las construcciones han sufrido grandes cambios, incluso han estado inmersas en el desarrollo y avance tecnológico, ya que permite el crecimiento poblacional, social y económico. Pues esta evolución debe estar acompañada de un factor fundamental, que es la correcta elaboración del concreto, ya que es primordial en el proceso constructivo. Pero muchas veces no se prepara de la mejor manera por diversos motivos que producen su falla (1).

Por lo general en nuestro país existen pavimentos flexibles, pero en su minoría los pavimentos rígidos, son los menos prácticos en nuestra ciudad, su construcción es sugerida para lugares de alto tránsito vehicular, y donde circulan vehículos pesados, planteando una mayor vida útil que los pavimentos flexibles. Las construcciones de caminos cumplen muchas exigencias y necesidades de los usuarios de acuerdo al Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (2).

Ante la necesidad de mejorar el pavimento rígido tradicional en la región del Cuzco, que cuenta con pavimentos en estados deficientes presentes desde su etapa de ejecución pasando por su planificación y realización; hasta problemas de diseño y su posterior puesta en marcha además de problemas de sostenibilidad en el tiempo, falta mantenimiento y rehabilitación. Causan que en el tiempo para el cual fue diseñado, se reduzca drásticamente sumado a ello está la alta demanda vehicular y peatonal es por ello que la presente investigación trata de agregar al concreto un aditivo que en este caso es el almidón, puesto que es un compuesto biodegradable y que puede ser incorporado en mezclas asfálticas, en vez de condensados de formaldehído-sulfonato de naftaleno (FDN), que son muy contaminantes (3). Por lo tanto, en la presente tesis, las propiedades físicas y mecánicas del concreto se llevarán a cabo en pavimentos rígidos con la adición de almidón en la región de Cusco. Esto se hace para poder convertirlo en hormigón concreto armado, mejorando así las propiedades de resistencia, peso, tolerancia a las temperaturas y expansión térmica.

La formulación del problema general de la presente pesquisa es; ¿Cuál es la influencia de la incorporación de almidón de maíz en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, y como problemas específicos: ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la trabajabilidad de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la absorción de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la resistencia a la flexión de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022? y ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la resistencia a la compresión de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?.

Se tiene como justificación práctica, la pavimentación que genera movilidad y mejores condiciones en la población que son beneficiarias de estas estructuras, a donde por cambios climatológicos en el departamento del Cusco en temporadas que presentan precipitaciones pluviales constantes las calles son inestables. Esta tesis tiene como finalidad el aprovechamiento de materiales naturales, con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales frescos y endurecidos que puedan ser utilizados por las instituciones públicas y privadas en sus proyectos, ya que se estaría determinando que, con la adición de almidón de maíz, se puede tener mayores resistencias e incremento del desempeño del concreto. Así mismo se tiene como justificación teórica del presente trabajo el aporte en los conceptos de pavimentos rígidos y sus variantes agregando aditivos que mejoren su calidad, de tal forma que muestre nuevos resultados frente a dicha modificación, si factible el uso del almidón en el diseño de mezcla. En ese sentido no sólo se estaría obteniendo información nueva, sino sumaría en el aporte o alcance de otras investigaciones.

La justificación social de esta tesis proviene de las nuevas urbanizaciones de población en la región de Cusco, las asociaciones de vivienda que requieren proyectos de carreteras, así como de la dificultad de construir y acceder a muchos desniveles. La experimentación, las normas de diseño y el trabajo experimental se utilizarán como justificación metodológica para esta investigación. Simple comportamiento concreto y respuesta a la adición de almidón de maíz. Asimismo,

la finalidad de la investigación, se tiene como objetivo general del presente trabajo de investigación determinar la influencia de la adición de almidón de maíz en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022. Así mismo los objetivos específicos son cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la trabajabilidad de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022, cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la absorción de agua de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022, además cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022 y finalmente cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

En lo referente a las hipótesis, se propuso como hipótesis general, la incorporación del almidón de maíz influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022 y como hipótesis específicas tenemos: La adición de almidón de maíz incrementa la trabajabilidad de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022, también la incorporación del almidón de maíz incrementa la absorción de agua de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022, además la incorporación de almidón de maíz aumenta la resistencia a flexión de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en pavimentos rígidos, Cusco 2022 y finalmente la incorporación de almidón de maíz incrementa la resistencia de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a esfuerzos de compresión en pavimentos rígidos, Cusco 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En el apartado de investigaciones anteriores tenemos a Pérez (2018), que tuvo como objetivo precisar la resistencia a la compresión de un diseño de hormigón sustituyendo la ceniza de cáscara de maíz (TM) y la ceniza de cola de caballo por un 10% y un 5% respectivamente; en comparación con un  $f_c$  convencional = 210 kg/cm<sup>2</sup>, encontraron que el nuevo diseño tenía una mayor resistencia a la compresión, Se utilizó el método casi experimental, y usó 9 sondas para la muestra de patrón y 9 sondas para la muestra con añadidos. Su resistencia a la compresión se midió a los 7, 14, y 28 días. Con un 10% de ceniza TM y un 5% de ceniza CC, se alcanzó una resistencia a la compresión de 246.55 kg/cm<sup>2</sup>. Esto significó que añadir ceniza TM y ceniza CC en cantidades determinadas ayuda a mejorar la resistencia del hormigón, dando un mejor resultado después de 28 días (4).

Según Chamoli y Paredes (2019), la ciudad de Moyobamba, en Bolivia, pretendía integrar la ceniza de coco para mejorar la resistencia a la compresión y a la flexión del pavimento rígido. Utilizando una metodología casi experimental, encontró que la adición de polvo de cocoa a una concentración del 5% dio lugar a una resistencia a la compresión de 221,39 kg/cm<sup>2</sup>, la adición de polvo de cocoa a una concentración del 10% dio lugar a una resistencia a la compresión de 218.31 kg/cm<sup>2</sup>, la adición de polvo de cocoa a una concentración del 15% dio lugar a una resistencia a la compresión de 217.13 kg/cm<sup>2</sup>, y la adición de polvo de cocoa a una concentración del 15% dio lugar a una resistencia a la compresión de 217.13 kg/cm<sup>2</sup> (5).

Para el  $f_c$  del pavimento =210 kg/cm<sup>2</sup>, Hernández y Rodas (2018) afirmaron que el objetivo era determinar las propiedades mecánicas del concreto añadiendo porcentajes de cenizas de caña de azúcar del 2%, 4%, 6%, 8% y 10% al hormigón. Los siguientes resultados se obtuvieron utilizando un enfoque cuasi experimental: La resistencia máxima a la compresión fue de 173,98 kg/cm<sup>2</sup> después de siete días, 202,27 kg/cm<sup>2</sup> después de catorce días y 241,88 kg/cm<sup>2</sup> después de veinte ocho días. Por último, se encontró que el 6% de la ceniza de la galleta de azúcar era el

mejor porcentaje de adición, lo que dio lugar a una resistencia a la compresión de  $f'_c = 241.88 \text{ Kg/cm}^2$  y una resistencia a la flexión de  $MR = 6.20 \text{ Mpa}$  (6).

Según Evangelista (2020), el objetivo fue evaluar el impacto en las propiedades mecánicas del concreto al incorporar fibras de Luffa al pavimento rígido. Utilizaron una metodología retrospectiva cuasiexperimental, cuyos resultados indicaron resistencia a la compresión. La resistencia máxima a compresión fue de  $346,40 \text{ kg/cm}^2$  y el patrón máximo fue de  $346,40 \text{ kg/cm}^2$ , en la prueba de flexión, el patrón obtuvo  $48,20 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia máxima a la flexión de  $48,78 \text{ kg/cm}^2$ ; en el ensayo de tracción, el patrón obtuvo  $23,13 \text{ kg/cm}^2$  y una resistencia máxima a la tracción de  $29,95 \text{ kg/cm}^2$ , concluyendo que la fibra de Luffa aumenta la resistencia del concreto (7).

Para Balladares y Ramírez (2020), el objetivo era diseñar un hormigón de  $10 \text{ kg/cm}^2$  que pudiera resistir los estrésese o esfuerzos de compresión utilizando las cenizas de caña de azúcar (cbca). Se utilizó la metodología de diseño experimental ya que el estudio se realizó mediante la adición de (cbca) a la mezcla estándar. Como resultado de las pruebas, la resistencia promedio a la compresión durante un período de 28 días para el Patrón específico fue de  $210,8 \text{ kg/cm}^2$ , el 5 por ciento de (cbca) fue de  $237,3 \text{ kg/cm}^2$ , el 10 por ciento de (cbca) fue de  $226,30 \text{ kg/cm}^2$ , y el 15 por ciento de (cbca) fue  $220.20 \text{ kg/cm}^2$ . Entre los resultados de los ensayos se encuentran los resultados de asentimiento o Slump para el concreto patrón de 4", concreto + 5% (cbca) de 4.12", concreto + 10% (cbca) de 4.14", y concreto + 15% (cbca) de 4.34". Se determinó que una adición de 5% de (cbca) producía mayor resistencia a la compresión y adecuada trabajabilidad (8).

Según los autores Vichez et al. (2019), su objetivo era elaborar un diseño de mezcla de hormigón con la adición de fibras de hojas de maíz secas para aumentar las propiedades del hormigón en el distrito Villa Mara del Triunfo. La metodología utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo experimental desde que se instaló la moldura de hormigón, y se examinó la resistencia del análisis con los datos que se obtuvieron en la investigación a través del diseño de 5 mezclas. Los resultados mostraron que las propiedades del hormigón aumentaron la muestra que constaba de 30 sondas

prismáticas (pilares), a las que se aplicaron las pruebas. Estas pruebas correspondían a seis muestras de diseño patrón (DP), seis muestras de diseño que contenían 0,5 por ciento de fibra de trigo seco (DA-0.5), seis muestras de diseño que contenían 1 por ciento de fibra de trigo seco (DB-01), seis muestras que contenían 0,5 por ciento de fibra de trigo seco 50 ml de aditivo de Sikacem (DAT - 0,5), y seis muestras que contenían 1 por ciento de fibra de trigo seco 50 ml de aditivo de Sikacem (DBT). Se ha determinado que la adición del aditivo Sikacem, junto con los diversos diseños de mezcla que contienen cantidades variadas de fibras de trigo seco, aumenta la resistencia del hormigón a flexión y que esto, a su vez, hace que su aplicación sea una opción viable (9).

Según la investigación de Hualancho y Torres (2019), los investigadores querían evaluar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón que crearon añadiendo fibra de banana. La metodología que utilizaron era tanto aplicada como experimental; la fibra de la corteza de banana se utilizó en porcentajes variados en la producción de hormigón con una densidad de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La muestra contenía un total de nueve especies diferentes en su composición. Los resultados de las pruebas de Slump o trabajabilidad añadiendo fibra celulosa a la pasta de hormigón o cemento ya sea en diferentes dosificaciones como en 2%, 3%, 4% y 5% arrojaron un Slump para C- 0 por ciento de adición: 4", C- 2 porcentaje de adición: 3,7", C- 3 por ciento de adición: 3,5 ", C- 4 por ciento de adición: 3,2 ", y C- 5 por ciento de adición: 2,8". La conclusión a la que se llegó según las apreciaciones obtenidas fue que no es beneficiosa para la capacidad de trabajo del hormigón cuando está en su estado fresco. Esto se debe a que la absorción disminuye con el aumento de los porcentajes de adición, lo que conduce a resultados animadores en otros ensayos realizados (10).

Según Díaz y Fernández (2019), los investigadores tenían el objetivo general de determinar el grado en que se podía identificar la incidencia en la plasticidad y el probable esfuerzo a la resistencia a la compresión del hormigón podía ser delimitada. El enfoque cuantitativo, el diseño experimental aplicado y la metodología comparativa se utilizaron en la recogida y análisis de datos de este estudio. Los resultados obtenidos en las pruebas de durabilidad realizadas sobre

hormigón fresco han revelado lo siguiente para la muestra: 0 por ciento CCC: 4,25 (pulgadas), 1 por ciento CCC: 3,25 (pulgadas), 2 por ciento CCC: 3,0 (pulgadas), 4 por ciento CCC: 2,75 (pulgadas) y 8 por ciento CCC: 1,25 (pulgadas) (pulg). Mientras que según las apreciaciones de los ensayos de Slump se llegó a la conclusión de que la capacidad de trabajo se ve afectada a medida que aumenta el porcentaje de incorporación, con el mejor resultado alcanzado con el 1 por ciento de CCC (11).

Según Rabanal (2021), que pretendía determinar la incidencia de la adición de Tara y cómo es que influye en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos utilizando la metodología del enfoque cuantitativo aplicado al tipo y el diseño experimental, tuvimos una población de 80 sondas y una muestra de 72 sondas, y los resultados obtenidos al añadir la ceniza de Tara se mostraron ser significativamente mejores que los obtenidos al añadir un control al 1 % se manifestó un asentamiento de 9.53 cm o 3 3/4", al 3 % se obtuvo un asentamiento de 8.89 cm o 3 1/2", al 3% se obtuvo un asentamiento de 7,36 cm o 3", mientras que en la muestra patrón se obtuvo 10,80 cm o 4 1/4", en cuanto a la resistencia a la compresión, la muestra patrón obtuvo una resistencia de 309,3 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, 3% de ceniza de cuero tiene la mayor resistencia en 28 días, la resistencia es de 310,2 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la tracción final en la muestra estándar es de 29,5 kg/cm<sup>2</sup>, agregando 3% de ceniza de tara, la resistencia es de 29,7 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se concluyó que a mayor porcentaje de ceniza de tara utilizada, mayor mejora (12).

Según Galindo y Ricse (2020), los diseñadores del hormigón querían mejorar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido incorporando el plástico de tereftalato en el diseño del hormigón. Según la NTP 339.034, las pruebas correspondientes a los agregados se realizaron de esta manera para determinar sus valores, el módulo de afinidad, el contenido de humedad y la absorción. Por último, pero no menos importante, se decidió mejorar el deslizamiento del hormigón en las propiedades físicas para el diseño del pavimento rígido  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con la adición de tereftalato para que no aumentara su trabajabilidad en muestras de hormigón fresco como baja de consistencia o fluidez en todos los ensayos

realizados en el llenado de probetas y viguetas, como ejemplo, tenemos en un hormigón convencional su deslizamiento era de 3 pulgadas, y en el hormigón con la adición del 10% de tereftalato (13).

En cuanto a las teorías sobre el tema se encontró que cada concepto tenía sus propias variables, dimensiones e indicadores que se examinaron en términos de las teorías sobre el tema. Para entender los conceptos de lo que es un pavimento rígido, debe definirse primero como una placa de hormigón que descansa sobre una capa de material elegido llamada subbase. Esta placa puede soportar altas cargas y esfuerzos de tensión, y funciona mejor en lugares donde la subrasante es muy blando o débil (14).

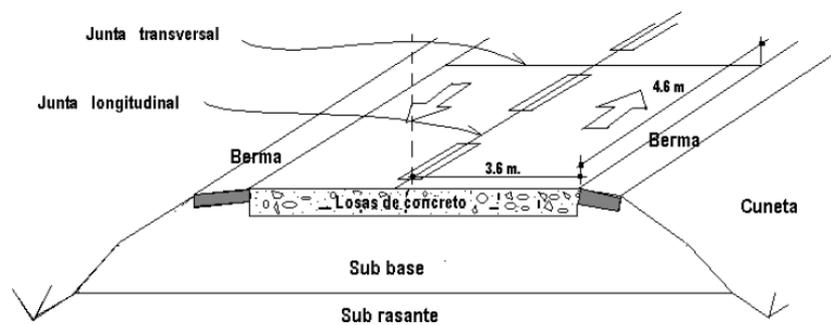


Figura 1. Una típica estructura de pavimentación rígida.

Fuente: Adaptado de (MONSALVE ESCOBAR, et al., 2012 p. 23).

Anterior al concepto del pavimento rígido, se define el elemento que lo compone, que es el hormigón o concreto con una capacidad de resistencia o esfuerzo general de  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ . Como consecuencia de la interacción entre el agua y el cemento se genera calor a través de la hidratación, que es un proceso en el que una mezcla de aglomerados y pasta crea un compuesto similar al cemento. Los aglomerados y la pasta se utilizan para crear aglomerados, y el cemento y el agua se utilizan para crear pasta. El cemento y el agua se añaden a la mezcla junto con una variedad de otros ingredientes, como áridos, cemento Portland y a veces aire adicional. Uno de los ingredientes que se utilizan para elaborar el concreto es el cemento Portland, donde el cemento se basa en el resultado de la calcinación de

pedras como la caliza y la arcilla a altas temperaturas, el clinker se muele y contiene cal, sílice, hierro y alúmina; se le añade un 3% al 4 % de yeso para ajustar el fraguado del cemento, y finalmente embolsado y comercializado. Otro componente básico del concreto es el árido, que por definición se extrae de una cantera y se muele para reducir su tamaño comercial, el concreto consta de un 70% de árido. Por lo tanto, según la NTP 400.011 lo divide en fino y grueso, el primero se descompone, ya sea natural o artificial, a través de un tamiz estándar de 9,5 mm (3/8) y cumple con los parámetros especificados, el segundo es de roca agregado atrapado en una pantalla estándar de 4,75 mm (N°4) durante la desaglomeración, cumpliendo con los parámetros especificados por la norma. Finalmente, el tercer ingrediente, el agua, que se utiliza para preparar el concreto, debe cumplir indicaciones de la NTP 339.088 y es preferentemente salubre o potable (16).

La mayoría de los profesionales de la industria están de acuerdo en que el tipo más común de pavimento rígido se compone de losas de concreto que están soportadas por una subrasante u otro material conocido como subbase (16).

Los pavimentos rígidos de concreto, como regla general, deben cumplir con un requisito de resistencia que corresponda al grado de flexión previsto. A lo largo de todo el proceso de diseño, se tiene en cuenta la resistencia del hormigón a la flexión, a veces denominada "resistencia a la flexión". Cuando se mide la profundidad de un pavimento, es una práctica común hacer uso de un valor de Módulo de Ruptura ( $S_c$ ) o ( $S_c$ ) de 28 días, siendo este es el estándar (16).

Las grietas funcionales y estructurales son las dos categorías en las que se clasifican. El primer factor influye en la sensación de seguridad y comodidad de los conductores, mientras que el segundo componente dicta la capacidad de carga del pavimento, así como su vida útil (16).

El hormigón o concreto usado puede fracturarse como consecuencia de una amplia variedad de circunstancias diferentes. Antes y después son ambas fases del proceso de fraguado del hormigón, sin embargo, pueden distinguirse entre sí (16).

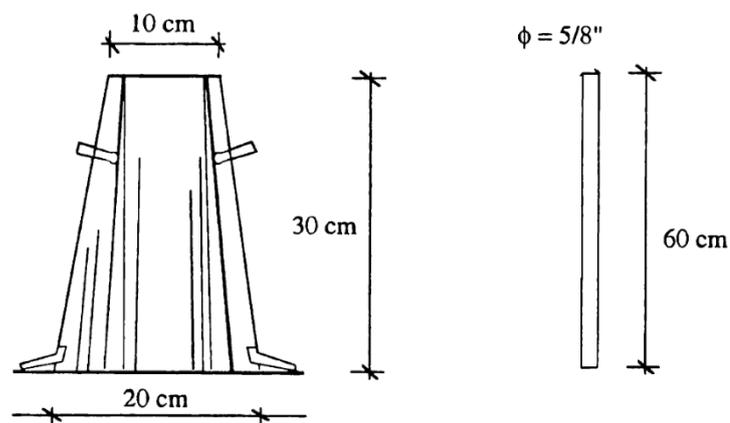
Con respecto al diseño de mezclas de concreto, que se incluyen en ciertos métodos, como se describe a continuación, el método ACI-211 incluye en principio la clasificación de una serie de elementos o constituyentes utilizados para preparar el concreto en cantidades suficientes para garantizar propiedades específicas y para ser económico anterior es factible, según ACI 211, la relación debe basarse en los datos obtenidos de la caracterización composicional. Para un adecuado procedimiento se ha determinado que se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas: en primer lugar, diseñar la delimitación de  $f'_c$ , considerar el tipo de estructura, y así delimitar la desviación estándar, luego determinar el asentamiento o trabajabilidad de la mezcla, para luego delinear el TMN (dimensiones nominales máximas de espesor A), luego estimar el contenido de aire atrapado, luego determinar la cantidad de agua en la mezcla, luego determinar el valor de la relación agua/cemento ( $a/c$ ), luego calcule la fracción de cemento del concreto por volumen, luego estime preliminarmente la cantidad de agregado, ajuste el agua por la humedad del agregado (16).

El método Fuller-Thompson, basado en la ASTM C33, ajusta la curva de tamaño de las partículas a una curva ideal, para que la cantidad de agua pueda ajustarse al agregado resultante, y el sistema de módulos de afinidad indica cuánto agua se necesita. Por último, pero no menos importante, está el método del módulo de afinidad, que implica alterar la proporción de agua al cemento y la cantidad de agua utilizada, así como afectar al hormigón en dos estados diferentes: fresco y endurecido, con el fin de ajustarse mejor a las diversas resistencias necesarias. (17).

En su estado fresco, el hormigón tiene ciertas propiedades. El hormigón fresco puede formarse y ser flexible, pero después de una determinada cantidad de tiempo, comienza a oler y a endurecerse. Este tiempo se llama tiempo abierto, y las propiedades más importantes son la consistencia, la homogeneidad y la densidad (18).

La funcionabilidad es inherente del hormigón o concreto fresco que describe lo fácil de colocar, cargar y dar forma. Esta propiedad debe prestarse más atención porque

depende no sólo depende de un buen diseño de la mezcla, sino también del manejo adecuado de materiales usados durante el proceso de fabricación. Esto afectará a la homogeneidad del hormigón, reducirá la separación y lo hará más fuerte. El "Slump test" es una prueba de consistencia que utiliza un instrumento llamado Cono de Abrams, que es adoptado y estandarizado por ASTM. Mide la capacidad del encofrado para adaptarse a diferentes formas manteniendo la homogeneidad. El molde o equipo está compuesto por un tablón de aluminio de forma cónica, así como una barra lisa de aluminio de 5/8" para compactación, el procedimiento típico es vaciar el hormigón en el molde en tres tramos, cada uno de los cuales se compacta con una varilla. Después de eso, se hace un corte vertical a lo largo del centro del molde y se coloca junto a la muestra. La duración de todo el ensayo no debe exceder los dos minutos, y se tomarán medidas tanto del tamaño como de la uniformidad del asentamiento (19).



*Figura 2.* Instrumento para el ensayo de consistencia (Cono de Abrams).

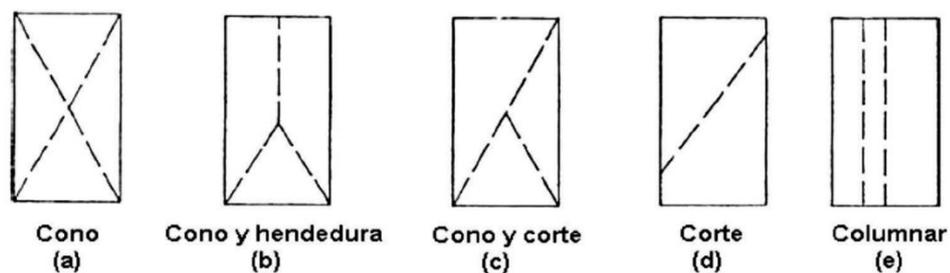
Fuente: adaptado de (Abanto Castillo, 2009 p. 48).

La separación mecánica de áridos gruesos de concreto fresco se conoce como segregación, y puede ser causada por factores como el tamaño de los áridos (ancho), la densidad y las pruebas realizadas en el momento de la compactación, así como el agua excesiva destinada a la mezcla del hormigón.

La exudación también se llama segregación o hinchazón. Se produce cuando una pequeña cantidad de agua del hormigón que se vertió o empujó se eleva a la superficie y forma una fina capa de agua sobre el hormigón que se vertió. Esto se

produce porque los agregados no tienen una alta capacidad para mantener o absorber el agua cuando el hormigón se presiona entre sí durante el proceso de fraguado. En la prueba, es importante saber cuánto aire hay en la mezcla, que se mide como porcentaje del volumen total. También es importante que no haya demasiado aire en la mezcla, porque si hay, las resistencias serán más bajas y podría no ser capaz de alcanzar el objetivo (20). Por otro lado, el "concreto en estado endurecido" se utiliza para describir una mezcla que pasa de ser suave y fácil de forma a ser dura. Esto conduce al desarrollo de resistencias, lo que significa que, con el paso del tiempo, las resistencias hechas de hormigón serán mucho más altas (19).

Cuando el hormigón se ha endurecido, una de sus propiedades es su resistencia a la compresión. Esta es la capacidad de soportar la compresión de las cargas aplicadas a una zona unidad, que se mide en tensiones y suele darse en kg/cm<sup>2</sup> u otras unidades de medición. La prueba de compresión se utiliza para medir esta propiedad (21). En el manual de pruebas de materiales del MTC se dice que el objetivo es definir la resistencia a las tensiones de compresión de las muestras, que también se llaman "briquetas". El objetivo es obtener resultados, que puedan utilizarse para comprobar la calidad del concreto en términos del diseño de mezcla, los materiales utilizados y en el caso si se añaden aditivos, cómo funcionan. El procedimiento se basa en la NTP 339.034 (22).

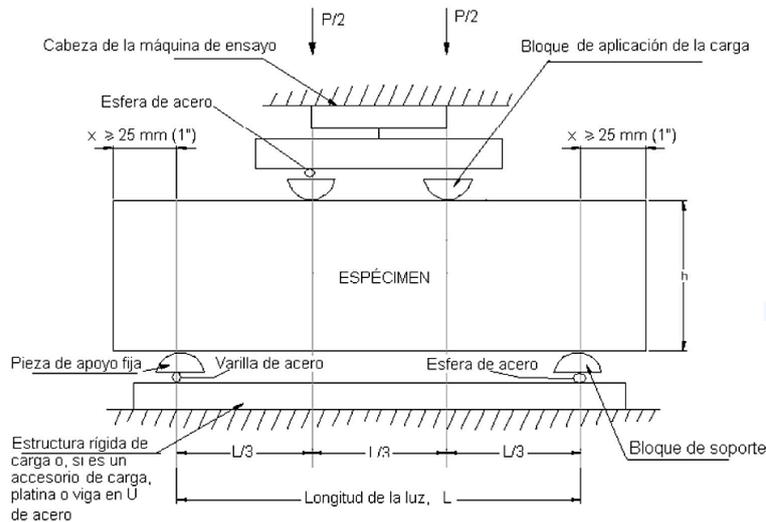


*Figura 3.* Esquema de los tipos de falla que se presenta en la ejecución del ensayo a la compresión.

Fuente: adaptado de (MTC, 2016, p 796).

Utilizar una sonda prismática o un has sostenido por dos ruedas y aplicar una carga de punto a dos tercios de la longitud o, en algunos casos, la ubicación media es cómo se mide la resistencia a la flexión. Los resultados dependen del método

utilizado (23). Cuando se trata de las propiedades mecánicas del hormigón, se utilizan para fabricar pavimentos rígidos. Los pavimentos rígidos están formados por un grupo de capas granuladas, sencillas o tratadas y una alfombra que se rueda o se coloca por una superficie regular por la que pasan los vehículos. El diseño de los pavimentos se comprueba averiguando cuán flexible es el hormigón. La mayoría de las veces, se tardan 28 días en saber cómo fuerte es el hormigón final (24).



**Figura 4.** Esquema del ensayo de flexión de la muestra prismática (viga simple) cargada en los dos tercios.

Fuente: adaptado del manual de ensayos de MTC (2016 p. 824).

No hay una forma estándar de averiguar cómo absorbe un material el agua. Sin embargo, hay varias formas de averiguarlo, algunas de las cuales son bastante complicadas, pero dan resultados bastante precisos (25).

En el manual de pruebas de materiales MTC-2016, hay una imagen del procedimiento que puede utilizarse para este fin. La evaluación se basa en una muestra de hormigón, que puede ser cualquier tipo de hormigón. Es necesario preparar una muestra que esté húmeda por dentro pero que tenga un exterior seco sumergiéndola primero en agua y luego dejándola secar a temperatura ambiente. El manual de ensayo de materiales publicado por MTC. El concreto necesita ser capaz de absorber agua si va a tener alguna posibilidad de desarrollar un conjunto diverso de propiedades mecánicas. Otros beneficios incluyen la reducción de la

exudación y el mantenimiento del agua durante más tiempo, lo que es bueno para el proceso de curación. Debido a esto, se cree que tener un alto porcentaje de absorción no es tan bueno porque lo hace poroso al factor de hormigón, lo que no es bueno para el trabajo del pavimento (22).

La durabilidad es la capacidad del hormigón para resistir los efectos de las cosas a las que se expone sin cambiar sus propiedades mecánicas. Así, puede definirse o vincularse a la duración que dura a lo largo de su vida. En lo que respecta al hormigón, existen ciertos requisitos que deben ser cumplidos en función de cómo se utilice y de cómo se expone al entorno. La forma en que se establecen estos requisitos, cómo interactúan entre sí, y la mejor manera de verter y curar el hormigón determinan su durabilidad final y vida útil (26).

Para tener una gama más amplia de referencias teóricas, lo siguiente se basa en la idea de añadir almidón de maíz, que es la principal reserva alimentaria y se destaca entre las plantas porque proporciona entre el 70 y el 80% de las calorías que come gente de todo el mundo. Por ejemplo, la mayoría de los carbohidratos digeribles de una dieta normal provienen del almidón y de los que se producen cuando el polímero se descompone por el agua. El almidón también se utiliza en la industria alimentaria, sobre todo para fabricar harinas y alimentos como el pan (25).

El almidón es un carbohidrato complejo (polisaccharide) que puede descomponerse. Pertenece al grupo de glucósidos, es así que se compone de largas cadenas de glucosa que pueden tener una estructura lineal (amilose) o ramificada (amilopectina). Otro referente ejemplifica como las verduras obtienen su energía (27). En general, el maíz, el trigo, el arroz y otros cereales son donde proviene el almidón. Las propiedades del almidón dependen de dónde proviene y de qué tipo es, por ejemplo, el azúcar es un polisacárido que puede romperse por las enzimas de la saliva y el fluido pancreático.

Es presente en todas las plantas capaces de producir semillas, pero en comparación con las especies económicamente productivas la cantidad es negligible o no puede consumirse. El azúcar puede provenir de una variedad de

fuentes vegetales como las grasas las hierbas y los tubérculos como las patatas y la yuca. Por otro lado, el almidón puede encontrarse en abundancia en los granos y las semillas. El grano también conocido como la "semilla de la selva" es de hecho un fruto que sólo contiene una semilla, la parte gruesa también conocida como pericarpio es muy fina y se une a la pared de la semilla. El maíz contiene largas cadenas de azúcar o glucosa. Cuando las cadenas están en una posición cerrada se denominan amilosas y cuando están abiertas se denominan amilopectinas. Lo que constituye los granos y los azúcares respectivamente son las cadenas de azúcar que los rodean. El azúcar se produce por el proceso metabólico de la fotosíntesis en todas las plantas, siendo así puede encontrarse en el endospermo de las semillas, así como en las tiendas de alimentos. Cuando las plantas se someten a adversidades esta fuente de nutrición se utiliza tanto como fuente de energía para su metabolismo como como fuente de nutrición cuando las semillas germinan y cuando las semillas todavía son jóvenes. Todo el trigo, arroz y el almidón que se utiliza en la industria manufacturera proviene de una variedad de fuentes vegetales como las patatas y la tapioca. Por otro lado, las plantas contienen más almidón cuando se trata de azúcar, aunque está presente en todas las plantas capaces de producir semillas cuando la cantidad es extremadamente mínima en comparación con lo que se encuentra en las especies más productivas económicamente. El azúcar se encuentra en muchos tipos diferentes de plantas como las hierbas, los tubérculos y las hierbas como las patatas y la yuca. Por otro lado, las semillas y los granos tienen una cantidad importante de azúcar. El grano también conocido como "semilla del bosque" está hecho de un fruto que sólo contiene una semilla, no es un grano que carece de semillas. Las paredes de las semillas están cubiertas por una fina capa de pericarpio que ayuda a asegurar las semillas al suelo. El término "carioso" describe con precisión la mayoría de los diferentes tipos de árboles (27).

Como puede verse por su composición química y las características que presentan, los gránulos de glucosa se encuentran casi en su totalidad dentro de las células y tejidos de las plantas. Estos gránulos de glucosa son los componentes básicos del almidón (granos, tubos y raíces). El almidón está formado por dos grandes

moléculas. La primera es la amilasa, que tiene una estructura lineal, y la segunda es la amilopectina, que tiene una estructura con ramas (28).

Cuando se exponen a la temperatura ambiente, los azúcares son resistentes a la hidratación enzimática y permanecen insolubles. También se requieren cualidades beneficiosas que aumenten la viscosidad, la textura y la estabilidad. Es esencial tener en cuenta que los hidratos de carbono y sus derivados están sujetos a una variedad de cambios químicos, físicos y biológicos. Las modificaciones que se utilizan más frecuentemente son la pre-gelatinización, la cross-crossing, los catiónicos, oxidados, aniónicos, acetificados, los éteres, las dextrinas, los hidratos de carbono inyectados. Como se mencionó en el párrafo anterior, el almidón se utiliza en una variedad de industrias diferentes además de la industria alimentaria. Como adhesivo natural, desempeña un papel en la fabricación de tableros de partículas junto con el cemento y el carbón (28), y como aditivos en el recubrimiento con calcita (29). Como componente principal en la producción de tuberías biodegradables, así como espumas sólidas y no comprimidas para su uso como material aislante (30).

Siguiendo con la definición de la próxima variable es que hay dos tipos de pavimentos rígidos: los que tienen una placa de hormigón reforzada o simple y los que están sostenidos por una base o subbase. Cuando la carga se distribuye uniformemente, el haz absorbe mucho de ese estrés y reduce el estrés en el subsuelo, lo que da lugar a bajas tensiones (30).

Esta estructura, que está hecha de bloques de hormigón o concreto, está diseñada para que parezca una flotilla de acero. Es posible hacer uso de esta construcción hasta veinticuatro décadas antes de que tenga que ser reparada o reemplazada. A pesar de que su coste a largo plazo será mayor, esta estructura tiene una vida útil de entre veinte y cuarenta años (30).

Se puede desplegar hormigón rígido o hidráulico como línea de defensa si está siendo atacado con asfalto u hormigón flexible. Este tipo particular de hormigón es

difícil de doblar y sensible a las variaciones de temperatura. Esto se debe a que el hormigón es difícil de manipular de esta manera (30).

El pavimento que es rígido puede provocar una variedad de tensiones tales como fuerzas abrasivas que producen las ruedas y los neumáticos de los automóviles, los neumáticos de un vehículo generan fuerzas abrasivas que pueden dañar el vehículo o su entorno, las fuerzas tensión y presión que producen los neumáticos de los automóviles tienen el potencial de causar daños y el resultado de las fluctuaciones de temperatura, así como de la expansión y la contracción del hormigón, que crean tanto la compresión como la tensión en el hormigón (30).

Los tipos de pavimento rígido son: Pavimentos de Concreto simple que debido a lo simple que es instalarlo y lo económico que es, este tipo de piso es, con mucho, el más popular. Para evitar la aparición de grietas en el hormigón de las secciones, que por lo demás se dividen en porciones rectangulares, e idealmente casi cuadradas, se utilizan juntas de contracción transversales y juntas de alineación longitudinal entre vigas y cuando el ancho estirado supera los 5 metros. Estas juntas se utilizan cuando el ancho del tramo estirado es superior a 5 metros (30).

Así también se tiene con concreto sin pasadores que es el más popular ya que es fácil de instalar y muy asequible. Cuando el ancho estirado supera los 5 metros, se utilizan juntas de contracción transversales y juntas de alineación longitudinal. Estas juntas se utilizan para evitar fracturas de hormigón en las secciones, que de otro modo se separan en porciones rectangulares, idealmente prácticamente cuadradas (31).

Este estilo de pavimento es adecuado para lugares que reciben un bajo volumen de tráfico peatonal y tienen temperaturas cálidas. Se utiliza como base para la subrasante la gran mayoría de las veces. En condiciones duras, una base de cemento es esencial para aumentar la capacidad de carga y una mejor transferencia de carga. Tener una subbase de cemento puede considerarse como una especie de subbase. Para la construcción de estas estructuras, las losas deberán tener una longitud no superior a seis metros y un ancho no superior a tres metros y medio. La

elección entre capas que son extremadamente delgadas y capas que son relativamente gruesas se deja al usuario (32).

El concreto hidráulico con pasadores se mantiene en su lugar en la sección transversal del pavimento mediante cojinetes que se componen de pequeñas barras planas de acero. Como resultado de su papel como conexión estructural entre dos juntas, la deformación de la junta puede ser mitigada por su presencia. Para lograr este objetivo, las cargas se mueven de una articulación a otra (32).

El segundo tipo de pavimento rígido pavimentos de concreto armado es Con la ayuda de estos pisos de hormigón armado, que tienen una distancia entre juntas de al menos 6,10 metros, es posible manejar y sostener las grietas de asentamiento que puedan aparecer (32).

Así también el concreto con refuerzo de acero no estructural no hay otra función estructural que cumpla que la de mitigar las presiones que provoca la tendencia intrínseca del hormigón a encogerse con el tiempo. El acero debe usarse para reforzar al menos el 0,3 por ciento de la sección transversal del pavimento como mínimo. Como mínimo, este componente debe tener una profundidad de cinco centímetros y debe ocupar un tercio del área transversal total (32).

El concreto armado con juntas: este tipo de piso alguna vez fue muy popular a pesar de que las juntas se consideraban el eslabón más débil y un problema de conservación debido a su alto costo y la incapacidad de compensar la mayor calidad que resulta de tener más juntas. Esto se debió al hecho de que las juntas se consideraban una carga económica. Esta forma de pavimento se usaba a menudo como la superficie de las carreteras en países que vieron un alto volumen de tráfico de vehículos en el pasado. Era necesario producir este tipo de pavimento en ese momento ya que había una preocupación por la conservación (32).

Solía ser una práctica estándar evitar el uso de este tipo de piso debido a su costo prohibitivamente alto, así como a su incapacidad para compensar la calidad mejorada que resulta de tener una mayor cantidad de juntas. A pesar de ello, durante los últimos años ha aumentado la demanda de este tipo de suelo. Las

juntas se consideraron la parte más vulnerable de la estructura, además de tener el potencial de ser una fuente de residuos. En países donde había una cantidad significativa de tráfico de automóviles en las carreteras, el uso de esta forma de pavimento como superficie de la carretera era una práctica habitual que se implementó como superficie de la carretera. La creación de este pavimento fue motivada en parte por un deseo en ese momento de minimizar nuestro impacto en el medio ambiente (32).

Concreto armado con refuerzo continuo: El alto costo de este tipo de piso y su incapacidad para compensar la calidad superior que viene con más juntas solía ser una razón popular para que la gente evitara usarlo. Esto se debió principalmente al costo excesivamente alto de hacer negocios. Por otro lado, ha habido un aumento en el número de personas que buscan este tipo de suelo durante los últimos años. Se creía que las juntas eran las más susceptibles a daños y los elementos más ineficientes de la construcción. En las naciones que tienen un alto volumen de tráfico de vehículos durante todo el día, esta forma de pavimento se utilizaba a menudo como superficie de carretera. En ese momento, existía una necesidad apremiante de preservar el entorno natural, que fue uno de los principales impulsos para la construcción de este pavimento (32).

El concreto reforzado con fibra se empleó originalmente hace algunas décadas en los casos en que el mayor costo del material se compensa con sus beneficios, como una reducción del 30% en el ancho del pavimento, mejor tracción y fatiga, mejor comportamiento de flexo tracción, resistencia al impacto y durabilidad (32).

Las cubiertas y pavimentos de hormigón armado que están expuestos a pesos significativos pueden beneficiarse del uso de fibras metálicas de acero al carbono propileno, entre otros tipos de fibras metálicas. Los aeropuertos actúan como punto de conexión para una variedad de empresas y puertos a lo largo de la costa. Las fibras son comunes cuando hay 40 kg/m<sup>3</sup> de ellas y están repartidas uniformemente por toda la masa (32).

El tercer tipo de pavimento rígido es el pavimento de concreto compactado con Rodillo: Hay muchos tipos diferentes de materiales de fibra metálica, cada uno de los cuales tiene el potencial de ser útil en la construcción de estructuras de hormigón armado de alta resistencia, como techos y pavimentos. Por ejemplo, los aeropuertos brindan una amplia variedad de empresas, así como los puertos ubicados a lo largo de la costa, un conveniente medio de transporte. Las fibras tienen una densidad de alrededor de cuarenta kilogramos por metro cúbico y se distribuyen uniformemente por todo el bulto (32).

Puede ser abierto al tráfico tan pronto como haya sido compactado y dejado curar, y actúa de la misma manera que lo hacen los pavimentos regulares de hormigón vibrado. Cuando algo es aplastado por una rueda, la suavidad de la superficie resultante no siempre es suficiente para girar a alta velocidad. En este escenario, la creación del pavimento mixto requiere la aplicación de una capa adicional de caucho bituminoso sobre el hormigón (32).

Por último, el cuarto tipo de pavimento rígido es pavimentos de concreto pre o postensado Debido a la compresión que se realizó, ahora hay losas que pueden tener hasta 120 metros de longitud, y como resultado de esto, el tamaño del pedido se ha reducido a la mitad. En el mundo actual, no solo existe una variedad de sistemas de carga interior y exterior que utilizan cables, sino que también existen puertas planas hidráulicas y juntas hidráulicas que se utilizan para carga externa. Debido a la naturaleza única de su diseño, estos sistemas deben ser capaces de soportar las fluctuaciones de apertura más extremas causadas por fracturas. Además, el arriostramiento puede ser necesario en sistemas particulares para mitigar los efectos de los empujes horizontales. Las carreteras y los aeropuertos han demostrado ser los entornos más fructíferos para el uso de esta tecnología (32).

Otra característica del pavimento rígido es la capacidad de carga que tiene, reflejando la efectividad de su diseño estructural en base a unos materiales adecuados y/ mejorados con aditivos especiales. Una cantidad que es relativamente fácil de determinar in situ y está directamente relacionada con la

capacidad de carga del pavimento son los desplazamientos verticales (flechas) de la estructura, registrados bajo una carga conocida y es en ellos que se utilizan actualmente los métodos de investigación no destructivos más comunes. Otro, más ampliamente, consisten en la evaluación de los parámetros del modelo de pavimento sobre la base del análisis de dispersión ondas superficiales en la estructura (33).

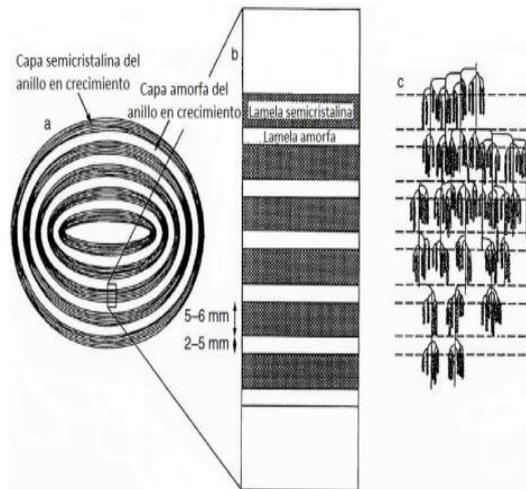
En muchos otros países del mundo, todavía se usa ampliamente el método de medición de la Viga de Benkelman estático. Es un método que requiere la participación de al menos dos personas y equipo adicional (camión). Es muy problemático, además, la necesidad de pesar el vehículo antes de la prueba y comprobar la presión de antemano en los neumáticos. Además, la viga benkelman es completamente inadecuado para realizar mediciones en pavimentos rígidos y pavimentos susceptibles a temperaturas más altas. También es muy difícil con este método medir todo el "tazón de desplazamiento", pero para ser el más grande los defectos del método se consideran poco realistas, la carga estática es incompatible con la carga real de la rueda del vehículo en movimiento y el tiempo de prueba y bajo seguridad durante las mediciones bajo el tráfico de vehículos (33).

En cuanto a la dosis de mezclas, el propósito general de hacer una dosis de mezclas para hacer hormigón es crear un elemento que satisfaga las necesidades del desarrollo. Las consecuencias de utilizar una combinación menos rentable de piezas útiles que se pueden conectar de diversas formas estarán determinadas por la ecuación, la ubicación y el diseño elegidos para una estructura determinada (31).

De acuerdo con el diseño de la mezcla, también será necesario añadir almidón. Esto se debe a que el proceso de obtención de almidón implica varios pasos. En primer lugar, hay que comprar maíz, que es fácil de hacer en la región de Cusco. Luego, hay que moler el maíz para obtener un polvo que parezca oro blanco (32).

En términos de cómo funciona el almidón de maíz, ya sea entero o dorado, es el almidón, que da a los productos elaborados con este cereal sus propiedades útiles. Se muestran las partes del maíz. El almidón de maíz puede contener tan poco como 0 a 5 por ciento de amilasa en las variedades conocidas como cereales o aceitosas,

20 a 30 por ciento en los almidones normales y hasta el 45 por ciento en los almidones de maíz con un alto contenido de amilasa (33).



*Figura 5.* Representación sinóptica de la estructura del gránulo de almidón.

Fuente: adaptado de Tupa (34).

La cristalización del almidón ocurre como resultado de sus arreglos longitudinales de cadenas de amilopéctina. La región amorfa se forma en estos puntos de la estructura, que se encuentran en las aberturas de las cadenas de amilopéctina y amilosa. La gelatinización es otra cualidad que puede servir como ilustración de este concepto. La estructura ordenada del polímero pasa por lo que se conoce como una transición de fase, que es una transición en la que la estructura cambia de ordenada a desordenada (35).

Esto ocurre cuando la birrefringencia se va. Esto hace que la suspensión del almidón parezca más clara porque el índice refractivo de los gránulos expandidos está cerca del de agua. La cantidad de agua que se utiliza en el proceso tiene una influencia significativa en el resultado final, y esta influencia es significativa. La gelatinización es un proceso que puede ocurrir cuando un material tiene un contenido de agua superior al 30 por ciento. Cuando no hay suficiente agua, la gelatinización no se produce, como afirma la fuente botánica, incluso cuando la temperatura está en su configuración típica. Como resultado directo del aumento

de temperatura, las zonas cristalinas que están presentes en los gránulos de almidón comienzan a fundirse (35).

**Tabla 1.** *Parámetros de gelatinización del almidón (en exceso de agua)*

Tipo de almidón	Temperatura inicial (°C)	Temperatura pico (°C)	Temperatura final (°C)	Entalpía (J/g)
<b>Maíz</b>	64.0	69.0	75.5	13.0
<b>Maíz de alta amilosa (70 % amilosa)</b>	68.9	80.5	106.1	11.5
<b>Maíz waxy</b>	66.0	70.7	78.4	15.5
<b>Trigo</b>	57.1	61.6	66.2	10.7
<b>Arroz (15 % de amilosa)</b>	61.5	70.0	78.6	7.1
<b>Arroz waxy</b>	76.1	81.1	87.0	19.2
<b>Papa</b>	61.6	65.9	79.4	17.0
<b>Batata</b>	67.3	72.7	79.6	13.6
<b>Mandioca</b>	63.9	70.5	82.7	8.5
<b>Frijol negro</b>	66.9	76.5	83.0	12.4
<b>Garbanzo</b>	59.4	64.7	71.1	9.7
<b>Lentejas</b>	60.7	66.1	76.1	12.6
<b>Amaranto</b>	63.0	70.0	78.0	10.5

Fuente: adaptado de Tupa (34).

Los instrumentos diseñados para registrar el flujo de calor requerido durante los acontecimientos de temperatura suelen utilizarse para determinar las propiedades térmicas de la gelatinización del almidón. Para averiguar cuán estable es un gel de almidón, es necesario mirar el nivel de retrogrado. Esto se debe a que la retrogradación del almidón requiere una serie compleja de eventos moleculares y físico-químicos. “Los métodos térmicos, reológicos, espectroscopios y cromatográficos, así como la difracción de rayos, son sólo algunos de los muchos enfoques que se han utilizado en el curso de la investigación sobre las alteraciones que se producen en las propiedades del almidón como resultado de este fenómeno.” X (35). El polisacárido semicristiano conocido como almidón insoluble se compone principalmente del azúcar D-glucosa. La falla está en nuestra composición química, así como en la forma en que opera dentro de nuestros cuerpos.

Tanto el cemento como el hormigón utilizan almidón como aditivo porque reduce la hinchazón y actúa como aglutinante. Además, el pan contiene algo de este almidón

(utilizado en la producción de losas de hormigón, utilizadas como tejas o paredes ambientales) (28). También se utiliza como materia prima para fabricar tuberías biodegradables, biocompuestos y espumas sólidas, que se utilizan como aislante. (30) Desde hace muchos años, los aditivos orgánicos se han utilizado mucho para fabricar hormigón y mortero de cemento. Esto se debe a que añaden bienes específicos y avanzados que se necesitan durante el proceso de construcción. Entre otras cosas, los morteros para moldar o acabar deben tener una tasa de retención de agua de al menos el 95% para que sus propiedades puedan crecer y propagarse rápidamente. Por lo tanto, los polisacáridos, que pueden encontrarse en los agentes plastificantes de reducción de agua y retardantes de la fragancia, se utilizan junto con los azúcares para obtener los resultados deseados (36). Así, los aditivos, además de su capacidad de retardar el fraguado, otorgan una flexibilidad de trabajo muy grande en comparación con otros aditivos, incluidos los agentes químicos, tienen el impacto de modificar la hidratación del cemento y también tienen propiedades retardantes.

Debido a su alta conductividad térmica, resistencia a la abrasión y propiedades adhesivas, el almidón, que es una sustancia natural, tiene un potencial significativo para su uso en la industria de la construcción. Su función principal en el concreto es la de un aditivo para aumentar el peso. Esta sustancia se utiliza mucho en la producción de placas de yeso. También se está desarrollando una formulación de almidón modificado para el método de instalación de paneles de yeso de “tecnología de paneles de yeso” (35).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación considerada aplicada, es aquella que está orientada a determinar los medios para que una necesidad que haya sido reconocida o anteriormente especificada se pueda cubrir, todo bajo el respaldo del método (23). La investigación fue de tipo aplicada, ya que pretendió que las nuevas necesidades que se propician debido a que el concreto del pavimento rígido no cumple con su vida útil, puedan ser cubiertas.

##### **Enfoque de la investigación**

El enfoque será cuantitativo para este estudio porque la hipótesis se validará mediante el uso de medios numéricos y la estadística además se establece indicadores para notar el comportamiento y se revisa las teorías para su precisión (23). Esta investigación implicó la recogida de datos de laboratorio en los que se realizó la respectiva medición de las variables del estudio, con datos que pueden ser cuantificables, según la demanda, que define el estándar peruano para alcanzar los objetivos. Esta investigación se llevará a cabo para alcanzar los objetivos.

##### **Diseño de investigación**

El término "diseño experimental" está referido a que el investigador puede manipular por lo menos una variable, con el fin de observar el efecto que esta manipulación tiene sobre la variable dependiente; es decir, se limita a que se puede manipular una variable, y es cuasi experimental porque la muestra no es aleatoria (23). El almidón de maíz se manipuló al ser variable de tipo independiente en el presente estudio, y los resultados obtenidos se compararon con la hipótesis que se planteó. Como resultado de esta manipulación, además de las pruebas en laboratorio de los materiales, el diseño fue de tipo casi experimental.

## **Nivel de investigación**

En la investigación explicativa, el objetivo es averiguar por qué algo ocurre, cómo ocurre o cómo se relaciona con dos o más cosas otras. El interés del presente estudio fue determinar la causa y el efecto de agregar almidón de maíz al concreto, así como observar la influencia de la adición sobre la  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en las propiedades mecánicas y físicas del concreto usado en pavimentos rígidos. En otras palabras, el objetivo del estudio fue mostrar lo que ocurre cuando se añade almidón de maíz a la mezcla de concreto.

## **3.2. Variables y operacionalización**

En un estudio de investigación, el término "variable" se refiere a una propiedad, calidad o medida, así como a una magnitud o cantidad, que está sujeta al cambio y sirve como objeto de investigación, medición, manipulación o control.

- Independiente
  - Almidón de maíz.
- Dependiente
  - Propiedades del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

La acción de operacionalizar las variables, es un conjunto de actividades u operaciones para medir las variables de estudio (37). Es así que tenemos la operacionalización de las variables en el (Anexo N°1).

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

La población está definida como aquel conjunto de individuos, elementos o unidades de evaluación que conforman el área en la que se realiza la investigación. La población está formada por estos elementos y unidades de evaluación (38). En esta investigación, se determinaron como población de análisis, 80 muestras de concreto para su aplicación en pavimentos rígidos.

### **Muestra**

El término muestra se refiere al subconjunto representativo de una población, cuyas características más esenciales son que sea objetiva y refleja con

precisión la población en su conjunto. La parte de la población total que se investiga aquí se denomina subconjunto, de lo expuesto se propuso como muestra a las probetas de concreto 2 para absorción, 3 probetas para flexión a los 7, 14 y 28 días, del mismo modo 3 probetas usadas en el ensayo a resistencia compresión para 7,14 y 28 días; todos ellos para cada uno de los porcentajes con adición de almidón de 0%, 2.5%,5% y 7.5%.

### **Muestreo**

Es posible seleccionar, mediante el uso de diversas técnicas de encuestas, a los miembros de la población de estudio que sean lo suficientemente representativos para ser presentados al grupo más amplio. Por otro lado, el muestreo se refiere al proceso de seleccionar un grupo representativo de individuos entre un grupo mayor para analizar y describir el grupo mayor en el futuro (39). Se utilizaron los requisitos normativos, el juicio del equipo de investigación y los criterios establecidos para clasificar las nueve sondas de acuerdo con su porcentaje de adición en el muestreo para este estudio. No se trató de un proceso que se produzca al azar.

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

### **Técnica**

Para el caso de resolver cierto problema metodológico, las técnicas son instrumentos apropiados para tales asuntos, en este estudio se aplicó la observación directa, ya que se contó con diversos instrumentos propios de la materia que nos encaminaron al cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento en cuestión es un recurso de medición, y se utiliza en el proceso de establecer o registrar información sobre las variables que serán el centro de su investigación, para este estudio, el guía de observación del campo servirá como instrumento para recoger la información necesaria.

## **Validez**

Es un término que está referido al nivel al cual un instrumento proporciona una evaluación precisa de la variable que se está midiendo, es válido y fiable porque se basó en procedimientos adecuados durante las pruebas en el laboratorio y se validó por el criterio experto. Los resultados que se encontraron se apoyaron en documentos que se estandarizaron de acuerdo con las normas peruanas y la ASTM de específico.

## **Confiabilidad de los instrumentos**

La fiabilidad de un instrumento de cuantificación es el nivel en que da los mismos resultados cuando se utiliza de nuevo en la misma persona, caso o muestra. Estos resultados pueden encontrarse utilizando una variedad de métodos, en este sentido, la fiabilidad de esta investigación se demostró por las calificaciones y certificados de calibración de los principales equipos usados en las pruebas, demostrando su fiabilidad de desarrollo. En otras palabras, las calificaciones y certificados de los equipos más relevantes demostraron la veracidad de la investigación.

## **3.5. Procedimientos**

La presente tesis estuvo enfocada en la adición de un aditivo orgánico (almidón de maíz) a un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimento rígido, como primera etapa consistió en la extracción de dicho aditivo el cual se obtuvo en diferentes puntos de venta de harinas y almidones en el departamento del cusco, posterior a esta actividad se extrajo los insumos necesarios para poder elaborar las probetas de concreto tales como los agregados, tanto grueso como fino, cemento y agua, en la cual los agregados se llevaron a laboratorio para la obtención del diseño de mezcla correspondiente, teniendo los insumos necesarios, se procedió a elaborar la mezcla de concreto, el cual consistió en realizar el peso de los diferentes insumos, según la dosificación del diseño de mezcla más la adición almidón de maíz, controlando las cantidades propuestas de 2.5%,5% y 7.5%, teniendo las cantidades exactas se procedió a realizar la mezcla con el apoyo de 01 mezcladora de concreto en el tiempo necesario para la homogeneidad de los insumos, obteniendo el concreto se procedió a extraer parte de la mezcla para realizar la

prueba de slump, posterior a esta actividad se realizó la extracción de probetas cilíndricas para la prueba de absorción y resistencia de compresión del concreto y las vigas prismáticas de concreto para realizar la prueba de flexión, realizando dichas actividades se procede al desencofrado y curado de concreto para finalmente realizar los ensayos y la posterior operacionalización de los resultados de las probetas de concreto con la adición de maíz.

*Figura 06. Peso de los insumos.*



*Figura 07. Peso del almidón de maíz.*



*Figura 08. Preparado de mezcla de concreto.*



*Figura 09. Extracción de probetas de concreto.*



*Figura 10. Prueba de slump.*

**Tabla 02.** Características de los agregados finos y gruesos

Características de los agregados		
Tipo de ensayo	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario suelto	1634	1387
Peso unitario compactado	1809	1541
Peso específico de masa Sat.	2.63	2.56
% Absorción	1.77	1.12
% Humedad	1.79	0.21

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 03.** Diseño de mezcla

Diseño de mezcla patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>		
Material	Proporción en peso (kg)	Proporción en volumen (pie 3)
Cemento	1	1
Agregado fino	2.1	2.4
Agregado grueso	2.4	2.7
Agua	0.5	1.6

Fuente: Elaboración Propia.

### Método de análisis de datos

A través de la norma técnica peruana (NTP) es que se llevó a cabo el proceso de evaluar las probetas o sondas tanto cilíndricas como prismáticas. El diseño de mezcla se llevó a cabo de acuerdo con los criterios ofrecidos por el Comité 211 de la ACI; las sondas se sometieron a equipos capaces de medir para así poder conseguir los datos que se requerían, que luego se analizaron utilizando métodos estadísticos de análisis descriptivo, mediante cuadros y gráficos los cuales mostraron el desarrollo de los indicadores evaluados como la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión y flexión, además de la absorción de agua y la trabajabilidad de las probetas de concreto de la presente investigación.

### 3.6. Aspectos éticos

La investigación realizada se hizo con autenticidad y veracidad además que las fuentes y materiales de información recolectada de investigaciones, artículos, libros y otros fueron referenciados y citados respetando la propiedad intelectual. Se llegó a cumplir la meta establecida en la guía en referencia a las líneas en las cuales se podía investigar en la Universidad César Vallejo y además del ISO 690 como estándar de referenciación.



## Ubicación geográfica

A una altitud por encima de 3,300m sobre el nivel de la superficie del mar se encuentra ubicado el departamento de Cusco, a su vez se encuentra en la región del sureste de Perú, que está dominada por las montañas. Se encuentra a una latitud de 13° 30' 45" al sur y a una longitud de 71° 58' 33" al oeste hasta 530 m.s.n.m. Según el INEI, a finales de 2017, la ciudad tenía una población total de 1 205 527 habitantes.

## Clima

Dado que la ciudad de Cusco está rodeada de montañas cubiertas de nieve como Ausangate y Salkantay, así como la proximidad de la cadena de selva, el clima que tiene el departamento de Cusco es seco y temperado, pero con cambios bruscos de temperatura. Esto se debe a que el clima que tiene el departamento de Cusco está causado por la proximidad de la cadena de selva.

**Objetivo específico 1:** Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la trabajabilidad de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.



Figura 13. Prueba de "Slump".



Figura 14. Medición del asentamiento del concreto.

**Tabla 4.** Ensayo de trabajabilidad

Trabajabilidad del concreto		
Testigos	Asentamiento (pulgadas)	% de variación del slump
Concreto patrón	3.06	100%
Concreto + 2.5% de almidón de maíz	3.30	108%
Concreto + 5% de almidón de maíz	3.50	114%
Concreto + 7.5% de almidón de maíz	3.80	124%

Fuente: Elaboración propia

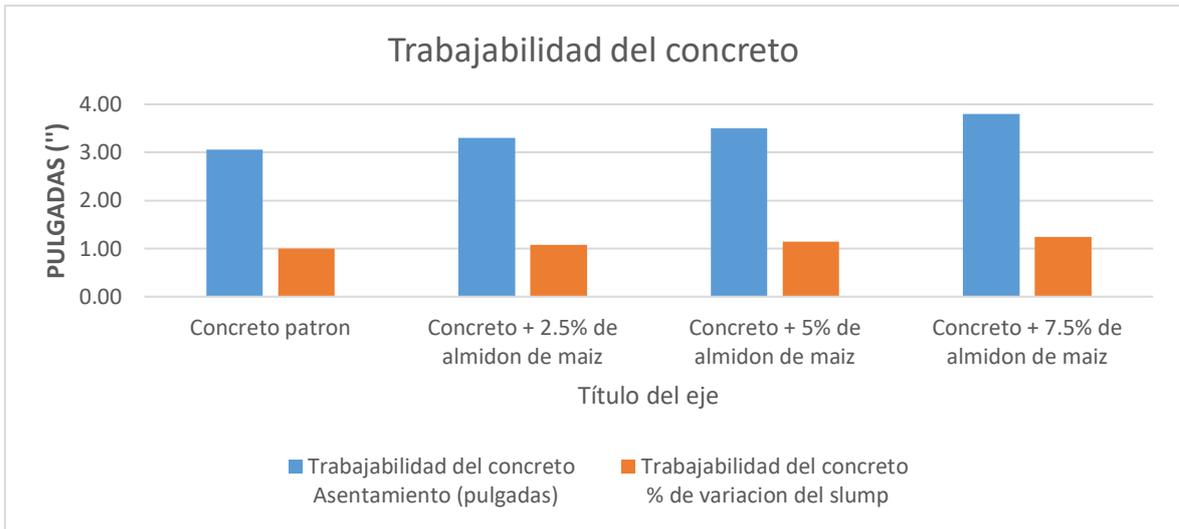


Figura 20. Resultado del ensayo de trabajabilidad del concreto.

En la tabla 4 y la figura 20 se observó los valores del asentamiento del concreto a los que se le adicionó almidón de maíz en diferentes porcentajes, en la cual el concreto patrón presenta 3.06" de asentamiento, así también con la adición de almidón de maíz en un 2.5% se tiene un asentamiento de 3.30"; por otra parte con la adición de almidón de maíz en un 5% se tiene 3.5" de asentamiento del concreto y finalmente con la adición de almidón de maíz en un 7.5% se tiene un asentamiento de 3.80".

**Objetivo específico 2:** Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la en la absorción de agua de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.



Figura 15. Extracción de probetas.

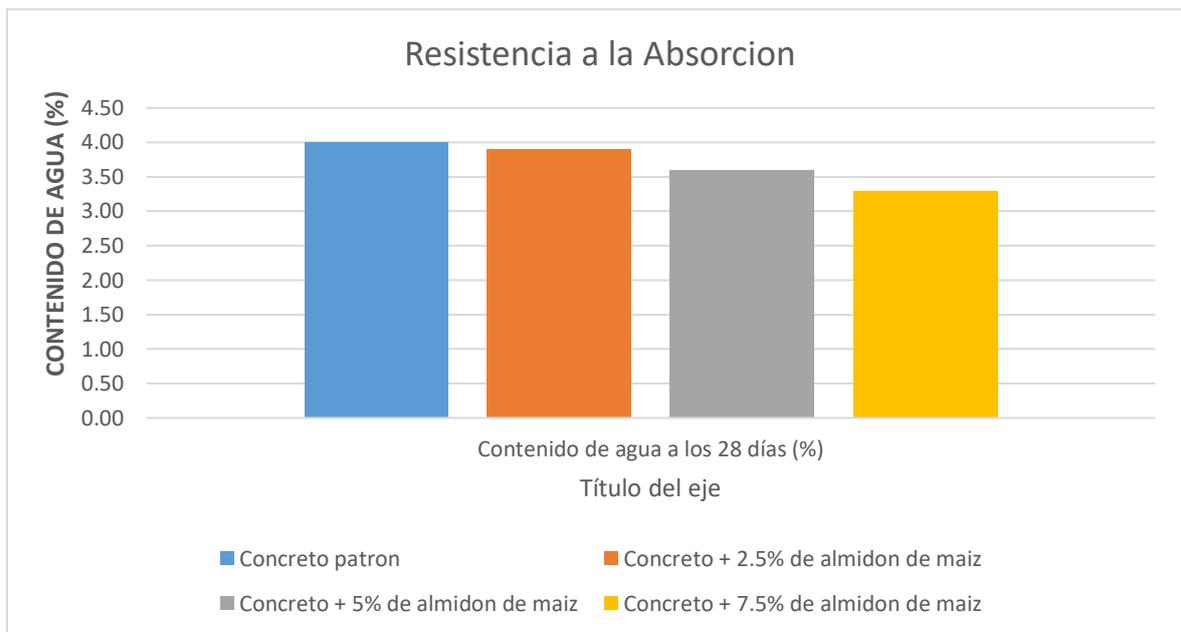


Figura 16. Colocado de probetas en el horno.

**Tabla 5. Ensayo de absorción**

Absorción de agua del concreto	
Testigos	Contenido de agua a los 28 días (%)
Concreto patrón	4.00
Concreto + 2.5% de almidón de maíz	3.90
Concreto + 5% de almidón de maíz	3.60
Concreto + 7.5% de almidón de maíz	3.30

Fuente: Elaboración propia



**Figura 23. Resultado del ensayo de absorción del concreto.**

Según la tabla 5 y la imagen 23 se observa que el concreto patrón a los 28 días presenta 4% de absorción, así también la con adición de almidón de maíz en 2.5% se obtuvo 3.9% de absorción del concreto, por otra parte, adicionando 5% de almidón de maíz se obtuvo 3.60% de absorción del concreto y finalmente con la adición del 7.5% de almidón de maíz se tiene una absorción de 3.3%.

**Objetivo específico 3:** Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.



Figura 17. Extracción de vigas de concreto para el ensayo de flexión.



Figura 18. Ensayo de flexión.

Tabla 6. Ensayo de flexión

Resistencia a la flexión de concreto			
Testigos	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	22.23	22.63	26.59
Concreto + 2.5% de almidón de maíz	23.37	23.77	27.49
Concreto + 5% de almidón de maíz	22.37	23.24	28.21
Concreto + 7.5% de almidón de maíz	20.71	21.29	27.25

Fuente: Elaboración propia

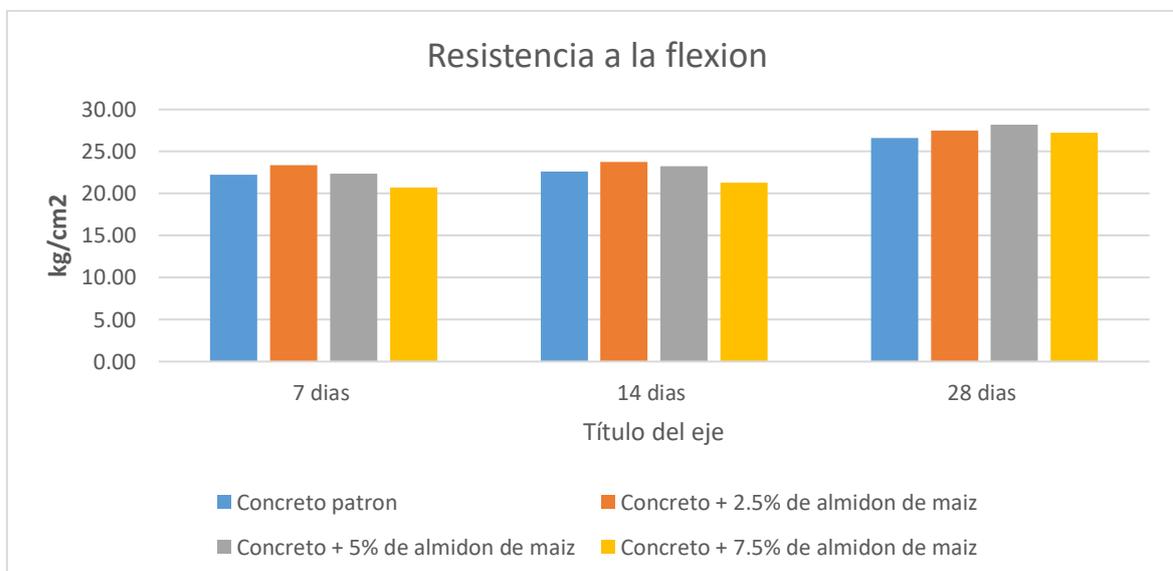


Figura 26. Resultado de ensayo a la flexión de concreto.

Analizando los resultados de la tabla 6 y la imagen 26 se pudo apreciar que según los resultados del ensayo de flexión de las viguetas prismáticas a los 7 días de edad, el concreto de la muestra patrón obtuvo una resistencia de 22.23 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 23.37 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación del 5% de almidón de maíz se observó una resistencia de 22.37 kg/cm<sup>2</sup> y con la adición de 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 20.71 kg/cm<sup>2</sup>; así también a los 14 días de realizar el ensayo de flexión se observó que el concreto patrón obtuvo una resistencia de flexión de 22.63 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 23.77 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación del 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 23.24 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 21.29 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente realizando los ensayos de flexión a los 28 días se observó el concreto patrón tuvo una resistencia de 26.59 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se obtuvo una resistencia de 27.49 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 28.21 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando 7.5% de almidón de maíz el concreto alcanzó una resistencia de 27.25 kg/cm<sup>2</sup>.

**Objetivo específico 4:** Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.



*Figura 19.* Extracción de probetas cilíndricas para el ensayo a compresión.

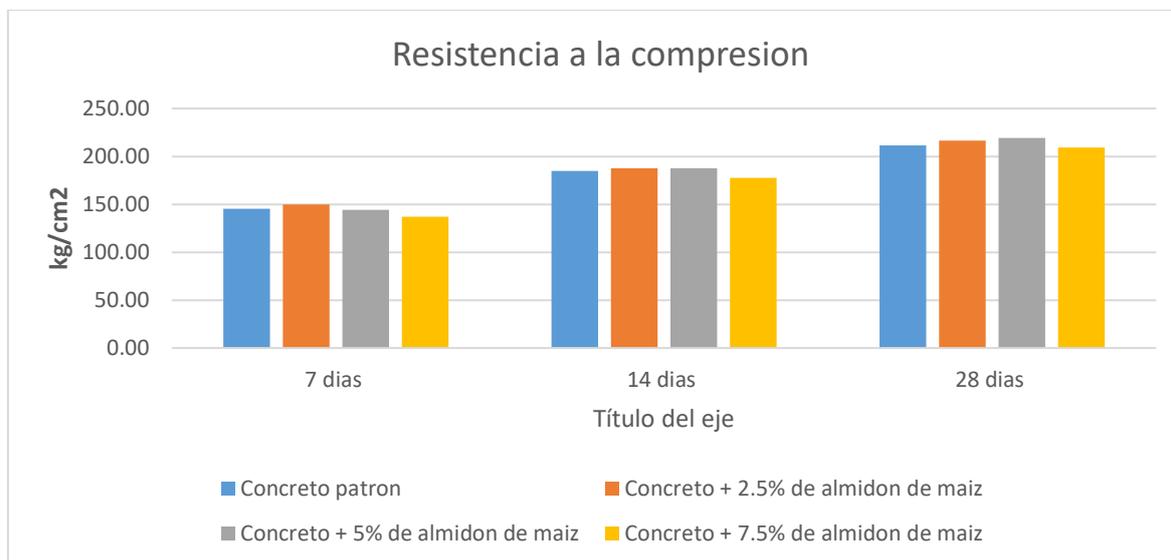


*Figura 20.* Ensayo de compresión.

**Tabla 7. Ensayo de Compresión**

Resistencia la compresión de concreto			
Testigos	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	145.33	184.60	211.59
Concreto + 2.5% de almidón de maíz	149.73	187.83	216.27
Concreto + 5% de almidón de maíz	144.30	187.68	219.47
Concreto + 7.5% de almidón de maíz	137.15	177.62	209.04

Fuente: Elaboración propia



**Figura 29.** Resultado de ensayo a la compresión de concreto.

Analizando los resultados de la tabla 7 y la imagen 29 se puede apreciar que según los resultados del ensayo de compresión de las probetas de forma cilíndrica a los 7 días de edad, el concreto patrón obtuvo una resistencia de 145.33 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 149.73 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación del 5% de almidón de maíz se observó que se tuvo una resistencia de 144.3 kg/cm<sup>2</sup> y con la adición 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 137.15 kg/cm<sup>2</sup>; así también a los 14 días de realizar el ensayo de compresión se observó que en el concreto patrón llegó a obtener una resistencia de compresión de 184.6 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz llegó a una resistencia de 187.83 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación del 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 187.68 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 177.62 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente realizando los ensayos de compresión a los 28 días se observó que el concreto patrón tuvo una resistencia

de 211.59 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se obtuvo una resistencia de 216.27 kg/cm<sup>2</sup>, con la incorporación 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 219.47 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando 7.5% de almidón de maíz el concreto alcanzó una resistencia de 209.04 kg/cm<sup>2</sup>.

## Contrastación de la hipótesis

### Trabajabilidad del concreto

#### 1. Planteamiento de normalidad:

H<sub>0</sub>: Datos de la variable trabajabilidad del concreto tiene normalidad.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable trabajabilidad del concreto no tiene normalidad.

#### 2. Nivel de significancia

$\alpha=5\%$  (0.05)

#### 3. selección de pruebas estadísticas

$n > 50$ .... K-s

$n \leq 50$  s-W

**Tabla 8.** Test de normalidad y capacidad de trabajo del concreto.

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TRABAJABILIDAD	,151	4	.	,993	4	,972
ALMIDON	,143	4	.	,996	4	,987

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 4. Regla de decisión

Si  $p - \text{valor} \leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p - \text{valor} > 0.972$

$0.972 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

## 5. Conclusión

Con un nivel de significación del 5%, los datos de la variable de resistencia a la compresión están dentro de la norma.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

H<sub>0</sub>: Datos de la variable resistencia a la compresión no están relacionados con la adición de almidón de maíz.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable resistencia a la compresión están relacionados con la adición de almidón de maíz.

### 2. Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = (0.05)$

### 3. Pruebas estadísticas: coeficiente de relación de Pearson

**Tabla 9.** *Correlaciones de la trabajabilidad del concreto.*

		TRABAJABILIDAD	ALMIDON
TRABAJABILIDAD	Correlación de Pearson	1	,997**
	Sig. (bilateral)		,003
	N	4	4
ALMIDON	Correlación de Pearson	,997**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	4	4

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

### 4. Regla de decisión

Si  $p - \text{valor} \leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p - \text{valor} > 0.003$

$0.003 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

## 5. Conclusión

Existe evidencia estadística significativa para afirmar que la variable DE trabajabilidad está relacionada de manera directa y positiva con la adición de almidón de maíz.

### Absorción del concreto

#### 1. Planteamiento de normalidad:

H<sub>0</sub>: Datos de la variable trabajabilidad del concreto tiene normalidad.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable trabajabilidad del concreto no tiene normalidad.

#### 2. Nivel de significancia

$\alpha=5\%$  (0.05)

#### 3. elección de prueba estadística

$n > 50$ .... K-s

$n \leq 50$  s-W

**Tabla 10.** Pruebas de normalidad absorción del concreto.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ABSORCION	,151	4	.	,993	4	,972
ALMIDON	,236	4	.	,940	4	,653

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 4. Regla de decisión

Si  $p$  – valor  $d \leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p$  - valor  $> 0.972$

$0.972 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

#### 5. Conclusión

Con un nivel de significación del 5%, los datos de la variable de resistencia a la compresión están dentro de la norma.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

H<sub>0</sub>: Datos de la variable absorción de concreto no están relacionados con la adición de almidón de maíz.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable absorción del concreto están relacionados con la adición de almidón de maíz.

### 2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = (0.05)$$

### 3. Pruebas estadísticas: Coeficiente de relación de Pearson

Tabla 11. Correlaciones de la absorción del concreto.

Correlaciones			
		ABSORCION	ALMIDON
ABSORCION	Correlación de Pearson	1	-,980 <sup>*</sup>
	Sig. (bilateral)		,020
	N	4	4
ALMIDON	Correlación de Pearson	-,980 <sup>*</sup>	1
	Sig. (bilateral)	,020	
	N	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

### 4. Regla de decisión

Si  $p - \text{valor} \leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p - \text{valor} > 0.020$

$0.020 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. Conclusión

La adición de almidón de maíz parece tener un impacto positivo en la trabajabilidad, como se demuestra estadísticamente.

## Resistencia a flexión del concreto

### 1. Planteamiento de normalidad:

$H_0$ : Datos de la variable resistencia a flexión del concreto tiene normalidad.

$H_1$ : Datos de la variable resistencia a flexión del concreto no tiene normalidad.

### 2. Nivel de significancia

$\alpha=5\%$  (0.05)

### 3. elección de prueba estadística

$n > 50$ .... K-s

$n \leq 50$  s-W

**Tabla 12.** Pruebas de normalidad de resistencia a flexión del concreto.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FLEXION	,151	4	.	,993	4	,972
ALMIDON	,188	4	.	,991	4	,963

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 4. Regla de decisión

Si  $p$  – valor  $\leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p$  - valor  $> 0.972$

$0.972 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

### 5. Conclusión

Con un nivel de significación del 5%, los datos de la variable de resistencia a la compresión están dentro de la norma.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

H<sub>0</sub>: Datos de la variable absorción de concreto no están relacionados con la adición de almidón de maíz.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable absorción del concreto están relacionados con la adición de almidón de maíz.

### 2. Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = (0.05)$

### 3. Pruebas estadísticas: coeficiente de relación de Pearson

**Tabla 13.** *Correlaciones de resistencia a flexión del concreto.*

		FLEXION	ALMIDON
FLEXION	Correlación de Pearson	1	,521
	Sig. (bilateral)		,479
	N	4	4
ALMIDON	Correlación de Pearson	,521	1
	Sig. (bilateral)	,479	
	N	4	4

### 4. Regla de decisión

Si  $p - \text{valor} \leq 0.05 \dots$

Se acepta la hipótesis nula

$p - \text{valor} > 0.020$

$0.020 > 0.479$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

### 5. Conclusión

La adición de almidón de maíz aumenta la resistencia a la flexión del concreto, y las pruebas estadísticas apoyan esta conclusión.

## Objetivo 04:

### Resistencia a compresión del concreto

#### 1. Planteamiento de normalidad:

H<sub>0</sub>: Datos de la variable resistencia a la compresión tiene normalidad.

H<sub>1</sub>: Datos de la variable resistencia a la compresión no tiene normalidad.

## 2. Nivel de significancia

$\alpha=5\%$  (0.05)

## 3. elección de prueba estadística

$n > 50$ .... K-s

$n \leq 50$  s-W

**Tabla 14.** Pruebas de normalidad de resistencia a compresión del concreto.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
R_C	,151	4	.	,993	4	,972
ALMIDON	,204	4	.	,965	4	,809

a. Corrección de significación de Lilliefors

## 4. Regla de decisión

Si  $p$  – valor  $\leq 0.05$ ....

Se rechaza la hipótesis nula

$p$  - valor  $> 0.972$

$0.972 > 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis nula

## 5. Conclusión

Con un nivel de significación del 5%, los datos de la variable de resistencia a la compresión están dentro de la norma.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

$H_0$ : Datos de la variable resistencia a la compresión no están relacionados con la adición de almidón de maíz.

$H_1$ : Datos de la variable resistencia a la compresión están relacionados con la adición de almidón de maíz.

## 2. Nivel de significancia

$$e=5\% = (0.05)$$

## 3. Pruebas estadísticas: coeficiente de relación de Pearson

Tabla 15. Correlaciones de resistencia a compresión del concreto.

		R_C	ALMIDON
R_C	Correlación de Pearson	1	-,123
	Sig. (bilateral)		,877
	N	4	4
ALMIDON	Correlación de Pearson	-,123	1
	Sig. (bilateral)	,877	
	N	4	4

La correlación es significativa en el nivel 0.01(bilateral)

$$P\text{-valor}=0.877$$

## 4. Regla de decisión

Si  $p - \text{valor} \leq 0.05 \dots$

Se acepta la hipótesis nula

$$p - \text{valor} > 0.877$$

$$0.972 > 0.05$$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

## 5. Conclusión

La incorporación de almidón de maíz tiene una relación directa y positiva con la compresión, según una gran cantidad de pruebas estadísticas.

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: De los resultados obtenidos con referente al concreto fresco, la consistencia del concreto patrón fue de 3.06", al incorporar 2.5% de almidón de maíz se tuvo un asentamiento de concreto de 3.30", el cual aumento en 8% la consistencia de dicho concreto, por otra parte adicionando almidón de maíz en un 5% se obtuvo un asentamiento de 3.50", aumentando así en 14% la consistencia del concreto y finalmente con la adición de almidón de maíz en 7.5% se obtuvo un asentamiento de concreto de 3.80", el cual aumento en 24% la consistencia de la mezcla con respecto a concreto patrón. Por lo que discrepo con Díaz y Fernández (2019) quienes tienen como resultado de su investigación que la trabajabilidad de su concreto patrón produce un asentamiento de 4.25", adicionando el 1% de ceniza de cascarilla de café obtuvieron un asentamiento de concreto de 3.25", así también incorporando 2% de ceniza de cascarilla de café obtuvieron 3.00" de asentamiento, de igual forma con la adición de ceniza de cascarilla de café en un 4% se tiene un asentamiento de 2.75" y finalmente adicionando 8% de ceniza de cascarilla de café obtuvieron una consistencia final de 1.25". En ambas investigaciones se discrepó porque se concluye que según mi investigación a medida que se adiciona mayor porcentaje de almidón de maíz (2.5%, 5% y 7.5%) el valor del asentamiento de concreto aumenta, lo cual se deduce que el concreto es mucho más trabajable a comparación del concreto patrón, es así que discrepo con la investigación de los autores ya mencionados los cuales tienen como resultados que a medida que aumenta el porcentaje de incorporación de ceniza de cascarilla de café (1%,2%,4% y 8%) la trabajabilidad de concreto es menor, esto quiere decir que el asentamiento es menos a comparación con el concreto patrón, debido a la presencia de calcio en la composición química de la ceniza, el calor de hidratación generado acelera el tiempo de evaporación de la fragancia.

Discusión 2: De los resultados de la investigación a los 28 días de fraguado, la absorción de concreto patrón presenta 4% de contenido de humedad, así también con la adición de 2.5% de almidón de maíz se obtuvo 3.9% de absorción del concreto, por otra parte, incorporando 5% de almidón de maíz se tuvo una absorción de concreto del 3.60% y finalmente con la adición del 7.5% de almidón

de maíz se obtuvo un contenido de humedad del concreto de 3.6%. Por lo que concuerdo con los resultados de Mariluz y Ulloa (2018) quienes afirman que la capacidad de succión del concreto a los 28 días de fraguado presenta 7.22 gr/m<sup>2</sup> con la mezcla de concreto patrón, así también adicionando 5% de ceniza volante de carbón se tiene una capacidad de succión de 6.79 gr/m, por otra parte adicionando 10% de ceniza volante de carbón obtuvieron una capacidad de succión de 6.15 gr/m y finalmente adicionando 20% de ceniza volante de carbón tuvieron una capacidad de succión de 5.52 gr/m. En ambas investigaciones se concuerda con los objetivos planteados ya que en la primera investigación a medida que se adiciona mayor porcentaje de almidón de maíz (2.5%, 5% y 7.5%) el contenido de absorción de humedad del concreto es menor, esto quiere decir que el concreto tiene menos espacios vacíos lo cual brinda mayor seguridad y resistencia, por lo que concuerdo con la investigación de los autores ya mencionados los cuales concluyen que a medida que se adiciona mayor porcentaje de ceniza volante de carbón (5%,10% y 20%) la absorción de agua es menor, esto quiere decir que de igual manera comparando con la primera investigación el concreto tiene menos espacios vacíos.

Discusión 3: Del resultado del ensayo a flexión de las vigas prismáticas de concreto se concluye que a los 7 días, el concreto patrón tuvo una resistencia de 22.23 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se obtuvo una resistencia de 23.37 kg/cm<sup>2</sup>, así también adicionando 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 22.37 kg/cm<sup>2</sup> y incorporando 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de 20.71 kg/cm<sup>2</sup>; así también a los 14 días de realizar el ensayo de flexión se observó que el concreto patrón cuenta con una resistencia de flexión de 22.63 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se tiene una resistencia de 23.77 kg/cm<sup>2</sup>, así también incorporando 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 23.24 kg/cm<sup>2</sup> y adicionando 7.5% de almidón de maíz se llegó a una resistencia de flexión de 21.29 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente realizando los ensayos de flexión a los 28 días se observó que el concreto patrón tuvo una resistencia de 26.59 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando 2.5% de almidón de maíz se obtuvo una resistencia de 27.49 kg/cm<sup>2</sup>, así también incorporando 5% de almidón de maíz se tuvo una resistencia de 28.21 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente incorporando 7.5% de almidón de maíz se llegó a una

resistencia final de 27.25 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que concuerdo con Vilchez y Vilchez (2019) los cuales tuvieron como resultado que a los 28 días de fraguado el concreto patrón presento una resistencia de flexión de 46.5 kg/cm<sup>2</sup>, así también adicionando 0.5% de panca seca de maíz se tuvo una resistencia de flexión promedio de 49.5 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente adicionando 1% de panca seca de maíz se obtuvo una resistencia de flexión de 50.5 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado del concreto, el cual concluye que a mayor adición de porcentaje de panca seca de maíz se tiene mayor resistencia a flexión, cabe indicar que las conclusiones desarrolladas en ambas investigaciones son a los 28 días de fraguado del concreto ya que es el tiempo máximo para tener mayor seguridad con los resultados de laboratorio. En ambas investigaciones se concuerda con los objetivos planteados ya que el resultado de la primera investigación concluye que a mayor adición de almidón de maíz se obtiene mayor resistencia de flexión del concreto el cual se da con la adición del 5% de almidón de maíz, es así que se concuerda con la segunda investigación por que a medida que se adiciona mayor porcentaje de panca seca de maíz la resistencia a flexión aumenta lo cual brinda mayor seguridad y resistencia del concreto.

Discusión 4: Del resultado del ensayo a compresión de las probetas cilíndricas, se concluye que a los 7 días de fraguado se tiene mayor resistencia a compresión adicionando 2.5% de almidón de maíz el cual presenta 149.73 kg/cm<sup>2</sup>, así también realizando el ensayo de compresión a los 14 días se concluye que se tiene mayor resistencia a compresión con la adición de 2.5% de almidón de maíz el cual llega a 187.83 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia; por otra parte realizando el ensayo del concreto a compresión a los 28 días se tuvo como mayor resistencia a compresión adicionando 5% de almidón de maíz ya que presentó 219.47 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, es así que se concluye que el porcentaje óptimo para una mayor resistencia a compresión es adicionando 5% de almidón de maíz y a medida que se incrementa mayor porcentaje de dicho aditivo orgánico a partir de la adición de 7.5% en adelante la resistencia a compresión disminuye. Por lo que concuerdo con Evaristo (2018) el cual afirma que según su investigación el concreto patrón a los 7 días de fraguado presenta una resistencia de 159.65 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días presenta una resistencia de 177.715 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días llega a una resistencia final de 219.276, el cual realizando la adición de ceniza de virutas de madera tornillo en 1% a los 7 días

llega a una resistencia de compresión de 175.702 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días logró una resistencia de 193.11 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días presentó una resistencia final de 237.048 kg/cm<sup>2</sup>, de igual manera adicionando 2% de ceniza de virutas de madera tornillo a los 7 días se tiene una resistencia a compresión de 169.52 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días llega a una resistencia de 187.367 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se tiene una resistencia a compresión final de 231.924 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente adicionando 3% de ceniza de virutas de madera tornillo a los 7 días se tuvo una resistencia a compresión de 163.701 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se tiene una resistencia de 180.316 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se tuvo una resistencia final de 223.042 kg/cm<sup>2</sup> el cual concluye que su resistencia máxima se dio con la adición de 1% de ceniza de virutas de madera tornillo y a medida que se adiciona mayor porcentaje de ceniza de virutas a partir del 2% se tiene menor resistencia a compresión. En ambas investigaciones se concuerda, por que según los resultados de la primera investigación se tiene que a mayor porcentaje de adición almidón de maíz hasta un 5% la resistencia incrementa lo cual a partir de la adición de 7.5% en adelante la resistencia a compresión disminuye, con lo que concuerdo con la segunda investigación quien indica que según sus resultados que su resistencia a compresión máxima es con la adición de 1% de ceniza de virutas de madera tornillo mientras que si se adiciona en un 2% en adelante la resistencia a compresión disminuye, esto quiere decir que ambas investigaciones tienen un parametro máximo para la adición de dichos aditivos los cuales brinden mayor resistecia, por lo contrario si se adiciona mayor cantidad de aditivo en los porcentajes del parametro máximo ya mencionado se la resistencia a compresión disminuirá significativamente.

## **VI. CONCLUSIONES**

Conclusión 1: Se concluye que se alcanzó el asentamiento de concreto máximo con la adición del 7.5% de almidón de maíz, a comparación con el concreto patrón que tuvo un asentamiento de 3.06", en la cual se concluye que a mayor cantidad de dicho aditivo se tiene mayor trabajabilidad de concreto, el cual cumple con los parámetros permitidos según norma.

Conclusión 2: Se concluye que se tiene mayor porcentaje de absorción líquida con las probetas del concreto patrón, el cual presenta 4% de contenido de humedad, mientras que con la máxima adición de almidón de maíz (7.5%), al concreto, se tiene 3.30% de absorción líquida, esto quiere decir que adicionando mayor cantidad de almidón de maíz se tiene menor porcentaje de absorción de agua, es así que dicho concreto presenta menos espacios vacíos el cual es favorable en cuanto a la seguridad y resistencia del concreto.

Conclusión 3: De acuerdo a los resultados de la resistencia a flexión, se concluye que se tuvo la resistencia máxima adicionando 5% de almidón de maíz, llegando a una resistencia de 28.21 kg/cm<sup>2</sup>, a comparación con el concreto patrón que solo brinda a 26.59 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se concluye que es favorable el uso de dicho aditivo en un porcentaje no mayor a 5% ya que a partir de dicho porcentaje la resistencia disminuye.

Conclusión 4: Con referente a los resultados del ensayo a compresión, se concluye que se tiene una mayor resistencia de concreto adicionando 5% de almidón de maíz el cual llega a una resistencia de 219.47 kg/cm<sup>2</sup>, a comparación con el concreto patrón que solo brinda 211.59 kg/cm<sup>2</sup>, ambos sometidos a 28 días de fraguado, lo cual se concluye que el aditivo de almidón de maíz es recomendable para el uso en la ejecución de diferentes tipos de obras civiles que presenten la elaboración de concreto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Se recomienda el uso de almidón de maíz, ya que, adicionando mayor cantidad de dicho aditivo, el concreto presenta mayor trabajabilidad en comparación con la mezcla patrón, dicho concreto puede ser de gran uso en estructuras de encamisados, reforzamientos estructurales y trabajos similares que requieran de un concreto que brinde mayor trabajabilidad y no disminuya la resistencia.

Recomendación 2: Con referente a la absorción de concreto se recomienda el uso del almidón de maíz, porque, según los resultados obtenidos, a mayor adición de dicho aditivo se tiene menor porcentaje de absorción líquida, es decir se tiene menos espacios vacíos en el concreto, lo cual brinda mayor seguridad y resistencia.

Recomendación 3: Se recomienda el uso de almidón de maíz en un porcentaje como máximo de 5%, ya que con la adición de dicha cantidad se obtiene la mayor resistencia a flexión a comparación con el concreto patrón, lo cual es recomendable porque con el uso de dicho aditivo podríamos realizar trabajos con mejor acabado y con menos costo ya que el almidón de maíz en el departamento del cusco es bastante comercial y brinda un costo accesible para el consumidor.

Recomendación 4: Según los resultados obtenidos con respecto a los ensayos a compresión del concreto, se recomienda el uso de almidón de maíz en un 5% ya que brinda mayor resistencia a comparación del concreto patrón, el cual dicho aditivo podría ser una posible innovación en la construcción ya que aparte de brindar mayor resistencia, el costo para su obtención es mínimo, a comparación con los aditivos comerciales que se tiene en el mercado.

## REFERENCIAS

- [1] IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS  
<https://archivo.cepal.org/pdfs/GuiaProspectiva/Alvarez2015Implementacion.pdf>
- [2] MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual De Ensayo De Materiales. Lima : Diario Oficial “El Peruano”,, 2016.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2018-2016-MTC-14%20\(Manual%20Ensayo%20Materiales\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/RD%20N%C2%B0%2018-2016-MTC-14%20(Manual%20Ensayo%20Materiales).pdf)
- [3] ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS  
<https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- [4] PÉREZ NIEVES, Juan Carlos. Resistencia a la comprensión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo. Chimbote : Universidad San Pedro, 2018.  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7976?show=full>
- [5] CHAMOLI Y PAREDES Mejorar la resistencia a la compresión y a la flexión del pavimento rígido integrando la ceniza de coco ciudad de Moyobamba, en Bolivia(2019),  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48380>
- [6] HERNÁNDEZ Y RODAS, propiedades mecánicas del hormigón añadiendo porcentajes de cenizas de caña de azucar (2018).  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31630?show=full>
- [7]EVANGELISTA, el objetivo fue evaluar el impacto en las propiedades mecánicas del concreto al incorporar fibras de Luffa al pavimento rígido (2020)  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31630?show=full>
- [8] BALLADARES URIARTE, Jerry Jefri Luis y RAMÍREZ VILLACORTA, Yessebel Karolina. Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020. Tarapoto : Universidad César Vallejo, 2020.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47626>

[9] Vilchez Vela , Guillermo Oliver y Vilchez Vela , Roberto Carlos. Diseño concreto con adición de fibras secas de maíz para habilitaciones en el Distrito de Villa Maria del Triunfo año 2019. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2602>

[10] HUALANCHO PAREDES, Juan y TORRES MORALES, Alexander E. Utilización de Cepa de Plátano, como adición en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en nuevo chimbote-Santa- Ancash. Nuevo Chimbote : Universidad Nacional de Santa, 2019.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3403>

[11] DÍAZ VARGAS, Marisol y FERNÁNDEZ PÉREZ, Josmar H. Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de café en la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto. Jaén : Universidad Nacional de Jaén, 2019.

<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/237>

[12] Rabanal, Adición de la ceniza de tara para mejorar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido, Lima- Canta 2021.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82997>

[13] GALINDO Y RICSE, Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71039>

[14] ABANTO CASTILLO, Flavio. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. Lima : Editorial San Marcos E.I.R.L., 2009. ISBN 978-612-302-060-6.

[https://issuu.com/gerardo\\_ramos1997/docs/306087568-tecnologia-del-concreto-flavio-abanto](https://issuu.com/gerardo_ramos1997/docs/306087568-tecnologia-del-concreto-flavio-abanto)

[15] ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS->

[AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf)

- [16] Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.  
[https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf)
- [17] RAMOS, GIRALDO Y. 2015.  
<https://scholar.google.com/citations?user=HpazrakAAAAJ&hl=en>
- [18] Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, Secretaría General Técnica. Manual De Control De Calidad De Los Ensayos De Hormigón. Sevilla, España : s.n., 2019. JAFIOT/ SGT-04-2019.  
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoinfraestructurasyordenaciondelterritorio/servicios/actualidad/noticias/detalle/224542.html>
- [19] NTP 229.077 . CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. Lima : INDECOPI, 2018.  
<https://sni.org.pe/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-version-2018-hormigon-concreto-agregados-cementos/>
- [20] TORRE. 2004.  
<https://sni.org.pe/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-version-2018-hormigon-concreto-agregados-cementos/>
- [21] GARCIA LUIZAGA, Juan J. y VARGAS LEDESMA, Mario. Resistencia de materiales. Bolivia : Universidad Mayor de San Simón, 2007.  
[https://www.academia.edu/39599918/UNIVERSIDAD\\_MAYOR\\_DE\\_SAN\\_SIM%C3%93N\\_FACULTAD\\_DE\\_CIENCIAS\\_Y\\_TECNOLOG%8DA\\_MATERIAL\\_DE\\_APOYO\\_DID%81CTICO\\_DE\\_LA\\_ENSE%91ANZA\\_APRENDIZAJE\\_EN\\_LA\\_ASIGNATURA\\_DE\\_RESISTENCIA\\_DE\\_MATERIALES\\_I\\_Presentado\\_por\\_JUAN\\_JHONNY\\_GARCIA\\_LUIZAGA](https://www.academia.edu/39599918/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIM%C3%93N_FACULTAD_DE_CIENCIAS_Y_TECNOLOG%8DA_MATERIAL_DE_APOYO_DID%81CTICO_DE_LA_ENSE%91ANZA_APRENDIZAJE_EN_LA_ASIGNATURA_DE_RESISTENCIA_DE_MATERIALES_I_Presentado_por_JUAN_JHONNY_GARCIA_LUIZAGA)
- [22] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual De Ensayo De Materiales. Lima : Diario Oficial “El Peruano”, 2016.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-actualizacion-del-manual-de-ensayo-de-materiales-resolucion-directoral-no-18-2016-mtc14-1396768-1/>
- [23] HERNANDEZ HUARIPATA, Marianelly Del Pilar y RODAS MENDOZA, Royder. Determinación de las propiedades mecánicas del concreto  $F'_{C} 210kg/cm^2$  para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018. Moyobamba : Universidad Cesar Vallejo, 2018.  
<https://es.scribd.com/document/560584950/Barrientos-as-SD>

- [24] Mayta Rojas, Jhonatan Wilson. Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/403>
- [25] Degradación física del almidón de cebada (*Hordeum sativum* Jess). Correlación entre la gelatinización y el tamaño de gránulos. PRIETO Méndez, Judith, y otros. 2, Venezuela : Multiciencias, 2009, redalyc.org, Vol. 9.  
<https://www.redalyc.org/pdf/904/90411687002.pdf>
- [26] otros, Kosmatka y. 2004. pág. p.13.  
[https://www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o\\_Y\\_Control\\_De\\_Mezclas\\_De\\_Concreto\\_Steven\\_H\\_Kosmatka\\_Beatriz\\_Kerkhoff\\_and\\_William\\_C\\_Panarese\\_1ra\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o_Y_Control_De_Mezclas_De_Concreto_Steven_H_Kosmatka_Beatriz_Kerkhoff_and_William_C_Panarese_1ra_Edici%C3%B3n)
- [27] Castells, Peter. Investigación y Ciencia . [En línea] 2017.  
<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>.
- [28] Estudio de los usos del almidón en la construcción. Ferrández García, C.E., y otros. Orihuela, España : Universidad Miguel Hernández, 2012, BioResur, pág. 4.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339669014.pdf>
- [29] Efecto de un polímeronatural biodegradable en las propiedades de morteros de cal en estado endurecido. IZAGUIRRE, A., Lanás, J y ALVAREZ, J. 2011, Mater. Construcc, pág. 61.  
[file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/214-Article%20Text%20\(mandatory\)-333-2-10-20110621.pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/214-Article%20Text%20(mandatory)-333-2-10-20110621.pdf)
- [30] Cellulose nanofibril (CNF) reinforced starch insulating foams. YILDRIM, N., y otros. 2014, Cellulose, pág. 21.  
[https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Cellulose+nanofibril+\(CNF\)+reinforced+starch+insulating+foams.+YILDRIM,+N.,+y+otros.+2014,+Cellulose,+p%C3%A1g.+21.&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Cellulose+nanofibril+(CNF)+reinforced+starch+insulating+foams.+YILDRIM,+N.,+y+otros.+2014,+Cellulose,+p%C3%A1g.+21.&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- [31] Aguilar Coro, Diana I. Variación de la resistencia a la compresión de un concreto compactado  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al usar agregado grueso reciclado. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3487>

[32] Construcción de Bases y Subbases de Suelo Cemento

<https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/2015-07-Construccion-Suelo-Cemento.pdf>

[33] Mendoza Brito, Isaí. Caracterización de soluciones formadoras de películas elaboradas con harina y almidón de cebada. Yauatepec, Morelos : Instituto Politécnico Nacional, 2012.

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/6877>

[34] Tupa, Maribel V. Modificación organocatalítica de almidón para la obtención sostenible de derivados de alto valor agregado. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, 2019.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/81107/CONICET\\_Digital\\_Nro.c9f6a8d7-e72b-43a7-8fe9-aa27a87b20c7\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/81107/CONICET_Digital_Nro.c9f6a8d7-e72b-43a7-8fe9-aa27a87b20c7_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

[35] —. Modificación organocatalítica de almidón para la obtención sostenible de derivados de alto valor agregado. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, 2019.

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/81107>

[36] Effect of polysaccharides on the hydration of cement pastes at early ages. PESCHARD, A., y otros. 2004, Cem. Concr, pág. 34.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00124310/document>

[37] HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA Christian. Metodología de la Investigación : Las Rutas Cuantitativas, Cualitativa y Mixta. s.l. : Mc GRAW HI, 2018.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

[38] DIAZ, Carrasco. Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. s.l. : Mc Graw-Hill, 2018.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

[39] Espinoza, Eleonora. [www.bvs.hn/](http://www.bvs.hn/). [www.bvs.hn/](http://www.bvs.hn/). [En línea] noviembre de 2016. [Citado el: Lunes de Mayo de 2021.] <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

[40] Performance of Coir fiber Reinforced Clayey Soil. . Chaple, Parag M. 2013, The International Journal Of Engineering And Science (IJES), págs. 54-64.

[https://www.theijes.com/papers/v2-i4/part.%20\(5\)/J0245054064.pdf](https://www.theijes.com/papers/v2-i4/part.%20(5)/J0245054064.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

**Título:** Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022

**Autor:** Br. Jhordy Kevin Andia Marmanillo

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
<b>Variable independiente</b>	Mencionan que, "el almidón es un polisacárido insoluble a temperatura ambiente, consistente en unidades de glucosa; el almidón está formado por dos macromoléculas: amilosa y amilopectina; su uso en la construcción se da como aditivos en la fabricación de cemento, paneles de yeso y enlucidos" Ferrández y otros (2012 p. 2).	El almidón de maíz en presentación de polvo es adicionado en diferentes porcentajes en la elaboración de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	D1: Dosificación de almidón de maíz	0% patrón	Equipos de laboratorio	De razón
Adición del almidón de maíz				2.5%	Equipos de laboratorio	De razón
				5%	Equipos de laboratorio	De razón
				7.5%	Equipos de laboratorio	De razón
				Equipos de laboratorio	De razón	
<b>Variable dependiente</b>	El pavimento rígido es una losa de concreto, apoyada sobre una capa de material seleccionado al cual se le conoce como subbase (MONSALVE ESCOBAR, et al., 2012 p. 23). Las propiedades mecánicas del concreto es la capacidad de respuesta del elemento y se manifiesta cuando es aplicado una carga, en cuanto a las propiedades físicas son las que se manifiesta tanto en su estado fresco y endurecido como la plasticidad, absorción, etc.	Se elaborará 60 especímenes para ensayos mecánicos, 03 probetas para ensayo físico y 03 muestras para evaluación de compresión y flexión, de acuerdo a las consideraciones normativas, donde el almidón de maíz es adicionado y los porcentajes delimitados, para luego someter las muestras a las pruebas correspondientes en diferentes edades. Afecto a ello luego de la evaluación de las muestras se procede a calcular los indicadores.	D1: Propiedades físicas	Trabajabilidad (a/c)	Asentamiento del concreto NTP 339.035 / ASTM C 143	De razón
Propiedades físicas y mecánicas de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimentos rígidos				Absorción (%)	Ensayo de absorción (ASTM-C-642)	De razón
			D2: Propiedades mecánicas	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de carga a flexión (NTP. 339.078) Ficha de laboratorio	De razón
				Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo a compresión (NTP. 339.034) Ficha de laboratorio	De razón

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

**Título:** Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022

**Autor:** Br. Jhordy Kevin Andia Marmanillo

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es la influencia de la incorporación de almidón de maíz en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la influencia de la adición de almidón de maíz en las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La adición de almidón de maíz influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.</p>	<p><b>Variable independiente</b>  Almidón de maíz</p>	<p><b>D1:</b> Dosificación de almidón de maíz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0% (patrón)</li> <li>• 2.5%</li> <li>• 5%</li> <li>• 7.5%</li> </ul>	<p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicado</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p><b>PE1:</b> ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la trabajabilidad de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022? <b>PE2:</b> ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la absorción de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022? <b>PE3:</b> ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la resistencia a la flexión de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022? <b>PE4:</b> ¿Cuál es la incidencia de la incorporación de almidón de maíz en la resistencia a la compresión de concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p><b>OE1:</b> Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la trabajabilidad de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022. <b>OE2:</b> Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la absorción de agua de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022. <b>OE3:</b> Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022. <b>OE4:</b> Cuantificar la incidencia de la adición de almidón de maíz en la resistencia a la compresión de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, cusco 2022.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p><b>HG1:</b> La adición de almidón de maíz incrementa la trabajabilidad de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022. <b>HG2:</b> La adición de almidón de maíz incrementa la absorción de agua de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022. <b>HG3:</b> La incorporación de almidón de maíz incrementa la resistencia a la flexión de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022. <b>HG4:</b> La incorporación de almidón de maíz incrementa la resistencia a la compresión de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022.</p>	<p><b>Variable dependiente.</b>  Propiedades del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></p>	<p><b>D1.</b> Propiedades físicas</p> <p><b>D2.</b> Propiedades mecánicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajabilidad (cm)</li> <li>• Absorción (%)</li> <li>• Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	<p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasiexperimental</p> <p><b>Población:</b> Probetas de concreto</p> <p><b>Muestreo:</b> No aleatorio</p> <p><b>Técnica de recolección de datos:</b> Observación directa</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b> Fichas técnicas y fichas de laboratorio</p>

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TÍTULO:** "Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022"

**ELABORADO:** Andia Marmanillo, Jhordy Kevin

**UBICACIÓN:** Departamento de Cusco

**FECHA:**

**Indicador:**

**TRABAJABILIDAD (%)**

#### II. Resultados

Item	UNIDAD	% Patrón	2.5% adición	5% adición	7.5% adición
01	Pulg	%			
02	cm	%			
03	% variación del diseño	%			

EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 2	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION



## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TÍTULO:** "Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022"

**ELABORADO:** Andia Marmanillo, Jhordy Kevin

**UBICACIÓN:** Departamento de Cusco

**FECHA:**

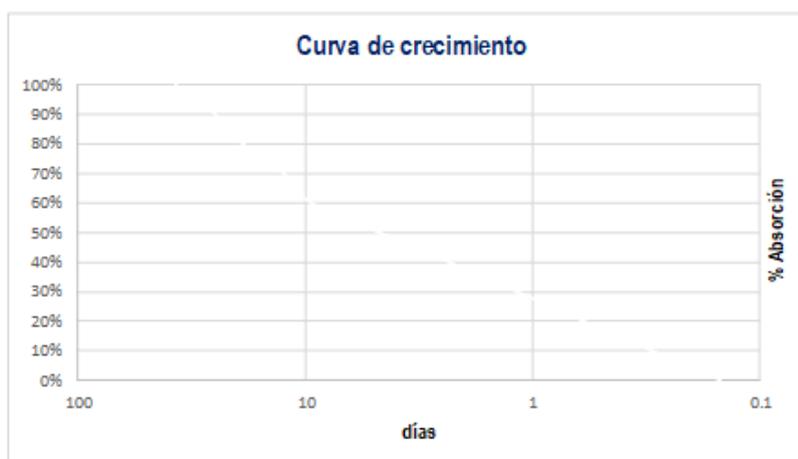
**Indicador:**

**ABSORCIÓN (%)**

### II. Resultados

Item	Muestra	UND:	07 días	14 días	28 días
01	0% Patrón	%			
02	2.5% adición	%			
03	5% adición	%			
04	7.5% adición	%			

100.0%  
90.0%  
80.0%  
70.0%  
60.0%  
50.0%  
40.0%  
30.0%  
20.0%  
10.0%  
0.0%



EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 2	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION



## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TÍTULO:** "Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022"

**ELABORADO:** Andia Marmanillo, Jhordy Kevin

**UBICACIÓN:** Departamento de Cusco

**FECHA:**

**Indicador:**

### RESISTENCIA A LA FLEXION MODULO DE ROTURA M

#### II. Resultados

Muestra	07 días		14 días		28 días	
	Modulo de rotura R (kg/cm <sup>2</sup> )	MR. (%)	Modulo de rotura R (kg/cm <sup>2</sup> )	MR. (%)	Modulo de rotura R (kg/cm <sup>2</sup> )	MR. (%)
0% Patrón						
2.5% adición						
5% adición						
7.5% adición						

EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 2	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION



## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TÍTULO:** "Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022"

**ELABORADO:** Andia Marmanillo, Jhordy Kevin

**UBICACIÓN:** Departamento de Cusco

**FECHA:**

**Indicador:**

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c$ diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### II. Resultados

Muestra	07 días		14 días		28 días	
	Resistencia $f'c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ Promedio (%)	Resistencia $f'c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ Promedio (%)	Resistencia $f'c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ Promedio (%)
0% Patrón						
2.5% adición						
5% adición						
7.5% adición						

EXPERTO N° 1	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

EXPERTO N°2	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

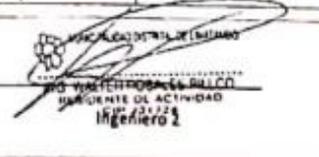
EXPERTO N° 3	NOMBRE Y APELLIDOS		CIP	FIRMA	CALIFICACION

Anexo 4. Validez

Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

Titulo		Ficha de validación						
Autor		Adición de almidón de maíz para mejorar las propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en pavimentos rígidos, Cusco 2022						
		Br. Andía Marmarillo, Jhordy Kevin						
DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Segun Oseda (2012,p 177) establece la siguiente tabla					
			Validez Nula ( 53 a menos)	Validez Baja ( 54 a 59)	Válida ( 60 a 65)	Muy válida ( 66 a 71)	Excelente Validez ( 72 a 99)	Validez Perfecta (1)
			Validadores					
			Ingeniero 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3			
Adición del almidón de maíz	D1: Dosificación de almidón de maíz	I1: 0%, 2.5%, 5% y 7.5%	Balanza	1	1	1		
			Tamiz SUCS AASHTO	0.9	0.8	0.9		
			Equipos de laboratorio	1	0.9	0.8		
Propiedades físicas y mecánicas de concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimentos rígidos	D1: Propiedades físicas	I1: Trabajabilidad (a/c)	Asentamiento del concreto NTP 339.035 / ASTM C 143	0.9	0.9	0.8		
		I2: Absorción (%)	Ensayo de absorción (ASTM-C-642)					
	D2: Propiedades mecánicas	I1: Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo de carga a flexión (NTP. 339.078)	0.88	0.9	0.9		
		I2: Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ensayo a compresión (NTP. 339.034)	0.9	0.9	0.8		

 INGENIERO RESIDENTE DE OBRA Ingeniero 1	 INGENIERO RESIDENTE DE ACTIVIDAD Ingeniero 2	 INGENIERO RESIDENTE DE OBRA Ingeniero 3
--	--	--

## Anexo 5. Mapas y Planos



paintmaps.com

Figura 1. Mapa del Perú



Figura 2. Mapa político del departamento del Cusco.

## Anexo 6. Panel fotográfico



*Figura 3. Peso del aditivo orgánico (almidón de maíz).*



*Figura 4. Peso del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua según tabla de dosificación.*



Figura 5. Preparado de mezcla incluyendo el aditivo (almidón de maíz).



Figura 6. Mezcla de concreto incluyendo el aditivo (almidón de maíz).



Figura 7. Prueba de slump.



Figura 8. Elaboración de las probetas cilíndricas para los ensayos de absorción y compresión.



Figura 9. Elaboración de vigas de concreto para el ensayo de flexión.



Figura 10. Rotura de viga prismática para obtención de la resistencia a flexión del concreto.



Figura 11. Rotura de probeta cilíndrica para obtención de la resistencia a compresión del concreto.

## Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS: ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

### INFORME N°01 - 7 DIAS

Solicita: BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

Distrito : CUSCO

## ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION



## BRIQUETAS CILINDRICAS Y VIGAS DE CONCRETO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
MAYO, 2022  
Cusco-Peru

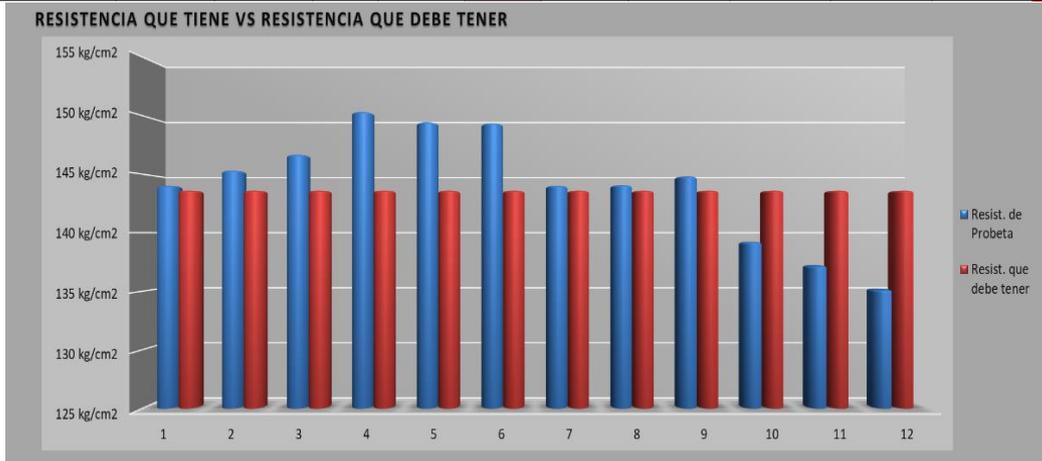
  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO  
 PROYECTO : ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022  
 UBICACION : CUSCO-CUSCO-CUSCO  
 FECHA : MAYO, 2022  
 MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta (%)	% f'c diseño que debe tener (%)		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.124	210	144.02	143.61	68.58%	68.39%	SI	3.0 pulg	3.0 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.251	210	145.32	143.61	69.20%	68.39%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.385	210	146.68	143.61	69.85%	68.39%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.745	210	150.35	143.61	71.60%	68.39%	SI	3.1 pulg	3.2 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.658	210	149.47	143.61	71.18%	68.39%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.649	210	149.38	143.61	71.13%	68.39%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.124	210	144.02	143.61	68.58%	68.39%	SI	3.0 pulg	3.5 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.129	210	144.07	143.61	68.61%	68.39%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.203	210	144.83	143.61	68.97%	68.39%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.650	210	139.19	143.61	66.28%	68.39%	NO	2.8 pulg	3.9 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.451	210	137.16	143.61	65.31%	68.39%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.251	210	135.12	143.61	64.34%	68.39%	NO	3.1 pulg	





- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastián - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nexiel:947285580

## INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

**SOLICITADO :** BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

**PROYECTO :** ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

**UBICACIÓN :** CUSCO-CUSCO-CUSCO

**FECHA :** MAYO, 2022

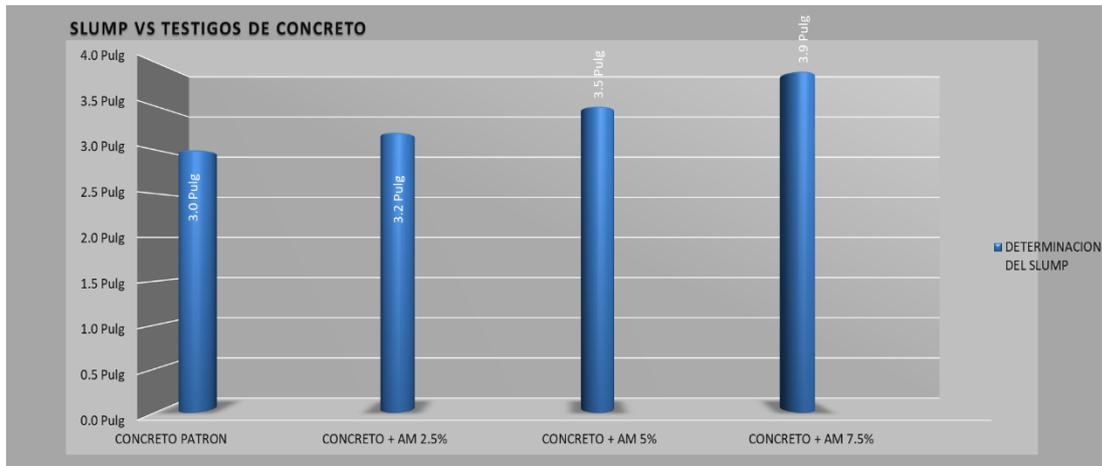
**MUESTRA :** BRIQUETAS DE CONCRETO

**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**CEMENTO:** Portland Puzolanico Tipo IP

**ENDURECIMIENTO:** LENTO

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.124	210	144.02	143.61	68.58%	68.39%	SI	3.0 pulg	3.0 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.251	210	145.32	143.61	69.20%	68.39%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.385	210	146.68	143.61	69.85%	68.39%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.745	210	150.35	143.61	71.60%	68.39%	SI	3.1 pulg	3.2 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.658	210	149.47	143.61	71.18%	68.39%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.649	210	149.38	143.61	71.13%	68.39%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.124	210	144.02	143.61	68.58%	68.39%	SI	3.0 pulg	3.5 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.129	210	144.07	143.61	68.61%	68.39%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	14.203	210	144.83	143.61	68.97%	68.39%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.650	210	139.19	143.61	66.28%	68.39%	NO	2.8 pulg	3.9 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.451	210	137.16	143.61	65.31%	68.39%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	12/05/2022	7	Evolucion	13.251	210	135.12	143.61	64.34%	68.39%	NO	3.1 pulg	



  
**INGEOMAT**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

SOLICITADO : BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

PROYECTO : ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

UBICACION : CUSCO-CUSCO-CUSCO

FECHA : MAYO, 2022

MUESTRA : VIGAS DE CONCRETO

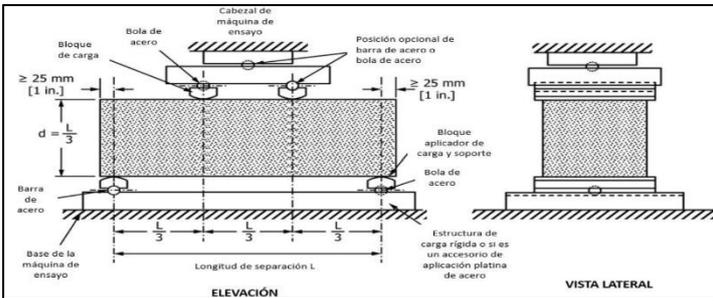
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/min}$$

- r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.00 N/min
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min ((lb/pulg2)/min) : 1.50 Mpas/min
- b: Ancho promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- d: Espesor promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- L: Longitud de la separacion de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGÚN	0.90 a 1.20 Mpas/min
NORMATIVA	(125 (lb/pulg2)/min a 175 (lb/pulg2)/min)
	<b>CUMPLE?? SI</b>



<b>ESPECIMENES A ENSAYAR:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	<b>12 Und</b>
-------------------------------	------------------	---------------

<b>OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:</b>
NO SE REGISTRA

PARA EL PRESENTE PROYECTO:

**CASO 01**

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.69 \text{ Mpas}$$

DONDE:

P: 12547.27 N

L: 540.00 mm

b: 120.00 mm

d: 145.00 mm

CONVIERTIENDO SE TIENE:

MODULO DE ROTURA= **R = 27.39 kg/cm2**

ENTONCES:

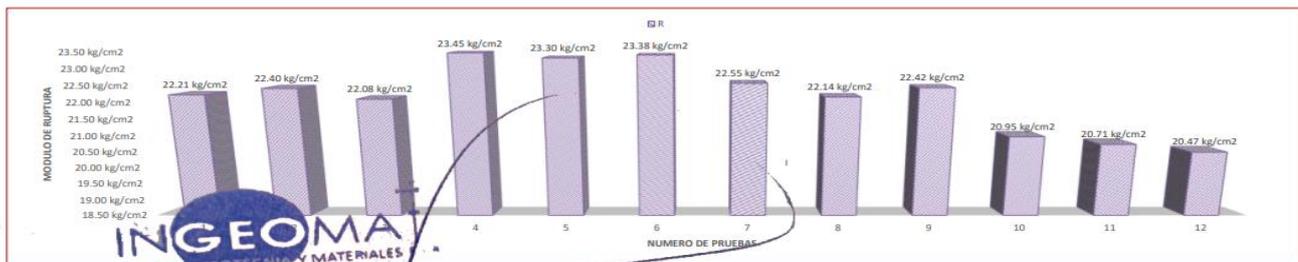
SEGÚN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPREDIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO

<b>F'c DE DISEÑO</b>	210 kg/cm2
<b>RANGO DEL R QUE DEBE TENER</b>	21 kg/cm2    42 kg/cm2

CUMPLE

NO CUMPLE

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO						
Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	CONCRETO PATRON	1038.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.21 kg/cm2
2		1047.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.40 kg/cm2
3		1032.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.08 kg/cm2
4	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ	1096.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.45 kg/cm2
5		1089.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.30 kg/cm2
6		1093.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.38 kg/cm2
7	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ	1054.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.55 kg/cm2
8		1035.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.14 kg/cm2
9		1048.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.42 kg/cm2
10	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ	979.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.95 kg/cm2
11		968.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.71 kg/cm2
12		957.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.47 kg/cm2
PROMEDIO:		1036.33 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.17 kg/cm2



*Ing. Hugo Cuba Benavente*  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS: ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

## INFORME N°02 - 14 DIAS

Solicita: BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

Distrito : CUSCO

## ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION



## BRIQUETAS CILINDRICAS Y VIGAS DE CONCRETO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

INGEOMAT  
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

MAYO, 2022

Cusco-Peru

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

**SOLICITADO :** BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

**PROYECTO :** ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

**UBICACIÓN :** CUSCO-CUSCO-CUSCO

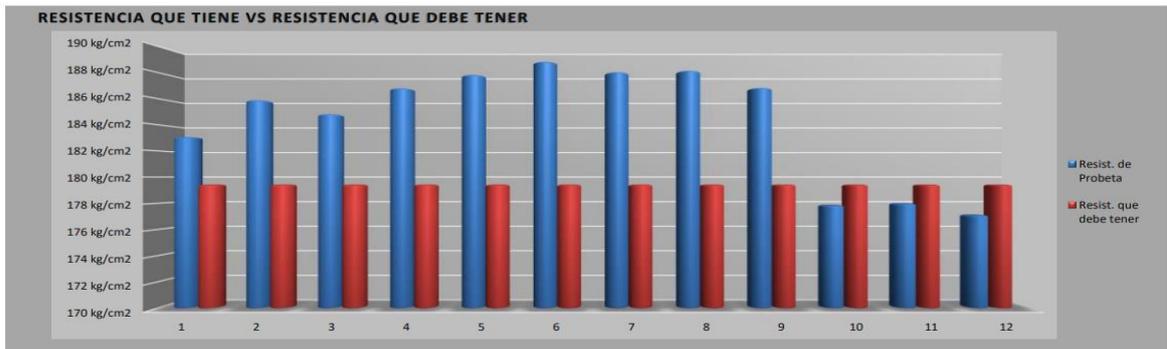
**FECHA :** MAYO, 2022

**MUESTRA :** BRIQUETAS DE CONCRETO

**CEMENTO:** Portland Puzolanico Tipo IP

**ENDURECIMIENTO:** LENTO

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta (%)	% f'c diseño que debe tener (%)		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.954	210	183.08	179.42	87.18%	85.44%	SI	3.0 pulg	3.0 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.230	210	185.89	179.42	88.52%	85.44%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.125	210	184.82	179.42	88.01%	85.44%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.320	210	186.81	179.42	88.96%	85.44%	SI	3.1 pulg	3.3 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.421	210	187.84	179.42	89.45%	85.44%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.520	210	188.85	179.42	89.93%	85.44%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.441	210	188.04	179.42	89.54%	85.44%	SI	3.0 pulg	3.4 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.452	210	188.16	179.42	89.60%	85.44%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.323	210	186.84	179.42	88.97%	85.44%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.440	210	177.84	179.42	84.68%	85.44%	NO	2.8 pulg	3.7 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.452	210	177.96	179.42	84.74%	85.44%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.365	210	177.07	179.42	84.32%	85.44%	NO	3.1 pulg	

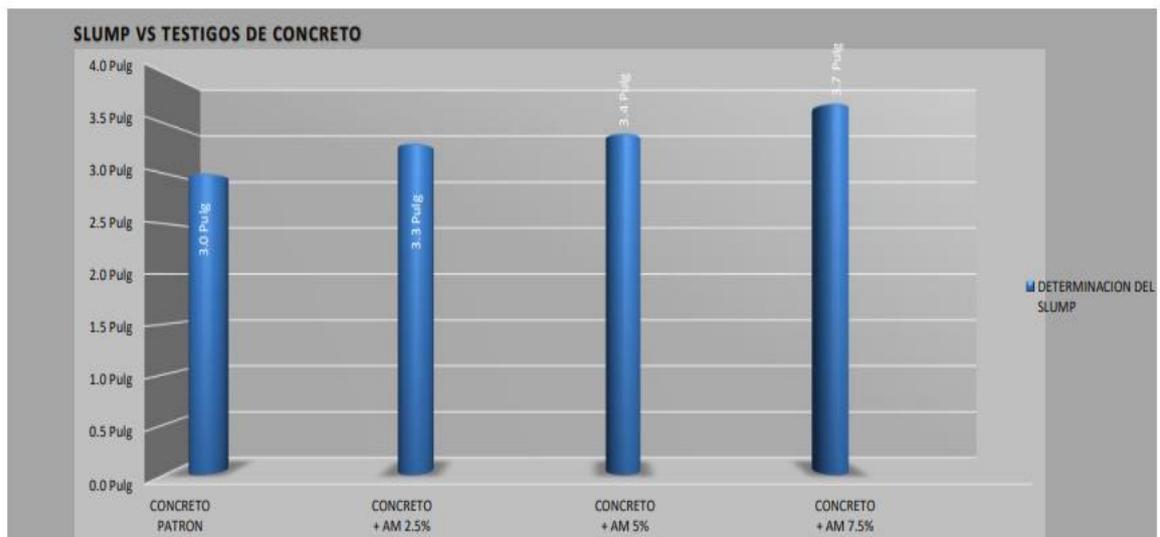


  
 INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP. 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

**SOLICITADO:** BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO  
**PROYECTO:** ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022  
**UBICACIÓN:** CUSCO-CUSCO-CUSCO  
**FECHA:** MAYO, 2022  
**MUESTRA:** BRIQUETAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
**CEMENTO:** Portland Puzolanico Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LENTO

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.954	210	183.08	179.42	87.18%	85.44%	SI	3.0 pulg	3.0 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.230	210	185.89	179.42	88.52%	85.44%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.125	210	184.82	179.42	88.01%	85.44%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.320	210	186.81	179.42	88.96%	85.44%	SI	3.1 pulg	3.3 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.421	210	187.84	179.42	89.45%	85.44%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.520	210	188.85	179.42	89.93%	85.44%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.441	210	188.04	179.42	89.54%	85.44%	SI	3.0 pulg	3.4 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.452	210	188.16	179.42	89.60%	85.44%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	18.323	210	186.84	179.42	88.97%	85.44%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.440	210	177.84	179.42	84.68%	85.44%	NO	2.8 pulg	3.7 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.452	210	177.96	179.42	84.74%	85.44%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	19/05/2022	14	Evolucion	17.365	210	177.07	179.42	84.32%	85.44%	NO	3.1 pulg	



AM: Almidon de Maiz



**INGEOMAT**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



**CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.**

**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.**

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 - 270342, Claro: 084- 974279249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

**SOLICITADO:** BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

**PROYECTO:** ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

**UBICACIÓN:** CUSCO-CUSCO-CUSCO

**FECHA:** MAYO, 2022

**MUESTRA:** VIGAS DE CONCRETO

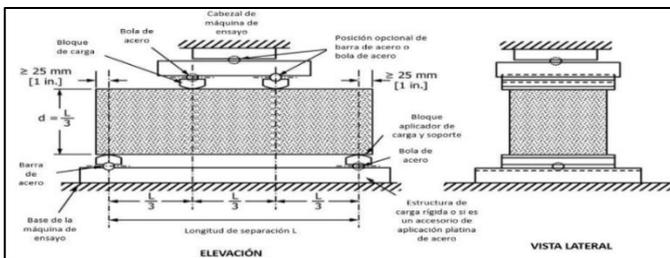
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/min}$$

- r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.0 N/min
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min [(lb/pulg2)/min] : 1.50 Mpas/min
- b: Ancho promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- d: Espesor promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGÚN NORMATIVA	0.90 a 1.20 Mpas/min (125 [lb/pulg2]/min a 175 [lb/pulg2]/min)
CUMPLE??	Si



ESPECIMENES A ENSAYAR:	CANTIDAD:	12 Und
------------------------	-----------	--------

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:
NO SE REGISTRA

FECHA DE MOLDEO	05/05/2022
FECHA DE ROTURA	19/05/2022
EDAD	14 días

f'c de diseño	210 kg/cm2
---------------	------------

PARA EL PRESENTE PROYECTO:

CASO 01

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.69 \text{ Mpas}$$

DONDE:

- P: 12547.27 N
- L: 540.00 mm
- b: 120.00 mm
- d: 145.00 mm

CONVIERTIENDO SE TIENE:

MODULO DE ROTURA= R = 27.39 kg/cm2

ENTONCES:

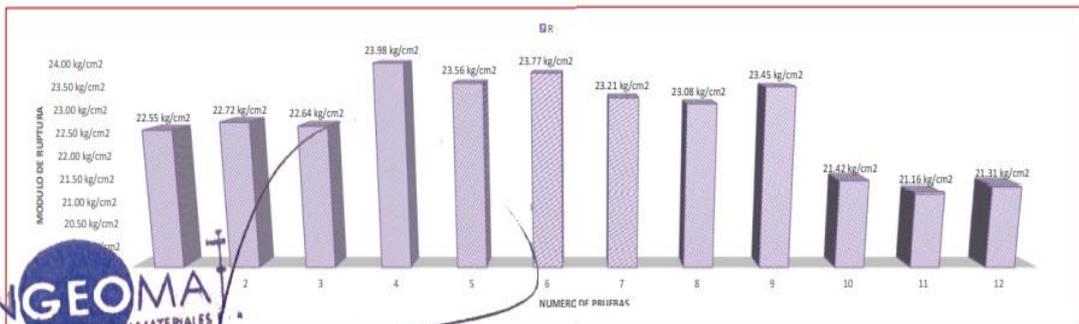
SEGÚN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO

F'c DE DISEÑO	210 kg/cm2
RANGO DEL R QUE DEBE TENER	21 kg/cm2    42 kg/cm2

CUMPLE  NO CUMPLE

**EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	CONCRETO PATRON	1054.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.55 kg/cm2
2		1062.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.72 kg/cm2
3		1058.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.64 kg/cm2
4	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ	1121.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.98 kg/cm2
5		1101.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.56 kg/cm2
6		1111.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.77 kg/cm2
7	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ	1085.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.21 kg/cm2
8		1079.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.08 kg/cm2
9		1096.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.45 kg/cm2
10	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ	1001.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	21.42 kg/cm2
11		989.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	21.16 kg/cm2
12		996.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	21.31 kg/cm2
PROMEDIO:		1062.75 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.74 kg/cm2



**INGEOMAT**  
INGENIERIA Y MATERIALES

*Ing. Hugo Cuba Benavente*  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS: ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

**INFORME N°03 - 28 DIAS**

Solicita: BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

Distrito : CUSCO

## ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION



## BRIQUETAS CILINDRICAS Y VIGAS DE CONCRETO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

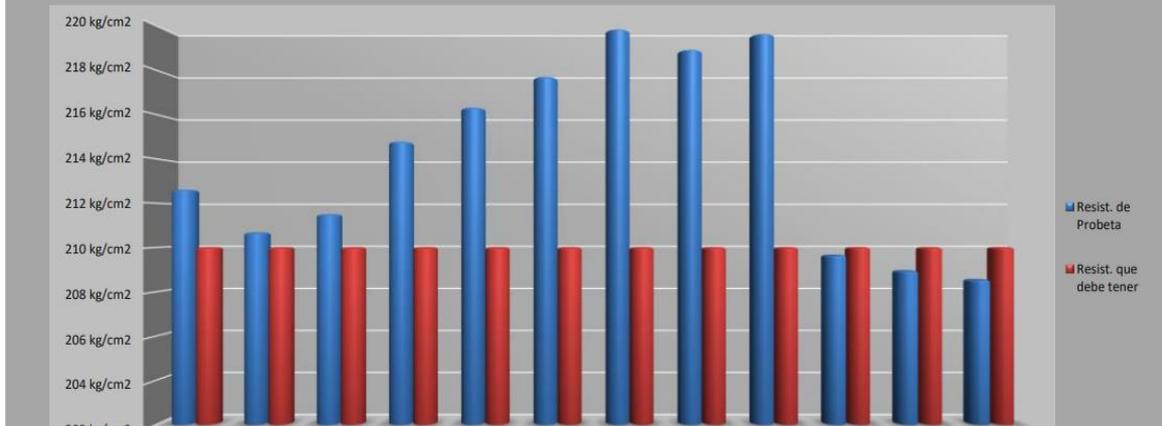
**JUNIO, 2022**  
Cusco-Peru

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

**SOLICITADO:** BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO  
**PROYECTO:** ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022  
**UBICACION:** CUSCO-CUSCO-CUSCO  
**FECHA:** JUNIO, 2022  
**MUESTRA:** BRIQUETAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
**CEMENTO:** Portland Puzolanico Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LENTO

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES DE f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.85	210	212.61	210.00	101.24%	100.00%	SI	3.0 pulg	3.2 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.66	210	210.67	210.00	100.32%	100.00%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.74	210	211.50	210.00	100.71%	100.00%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.06	210	214.78	210.00	102.28%	100.00%	SI	3.1 pulg	3.4 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.21	210	216.32	210.00	103.01%	100.00%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.35	210	217.71	210.00	103.67%	100.00%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.56	210	219.85	210.00	104.69%	100.00%	SI	3.0 pulg	3.6 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.47	210	218.93	210.00	104.25%	100.00%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.54	210	219.64	210.00	104.59%	100.00%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.56	210	209.65	210.00	99.83%	100.00%	NO	2.8 pulg	3.8 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.49	210	208.94	210.00	99.49%	100.00%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.45	210	208.53	210.00	99.30%	100.00%	NO	3.1 pulg	

RESISTENCIA QUE TIENE VS RESISTENCIA QUE DEBE TENER



% RESISTENCIA QUE TIENE VS % RESISTENCIA QUE DEBE TENER



Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

PROYECTO : ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

UBICACIÓN : CUSCO-CUSCO-CUSCO

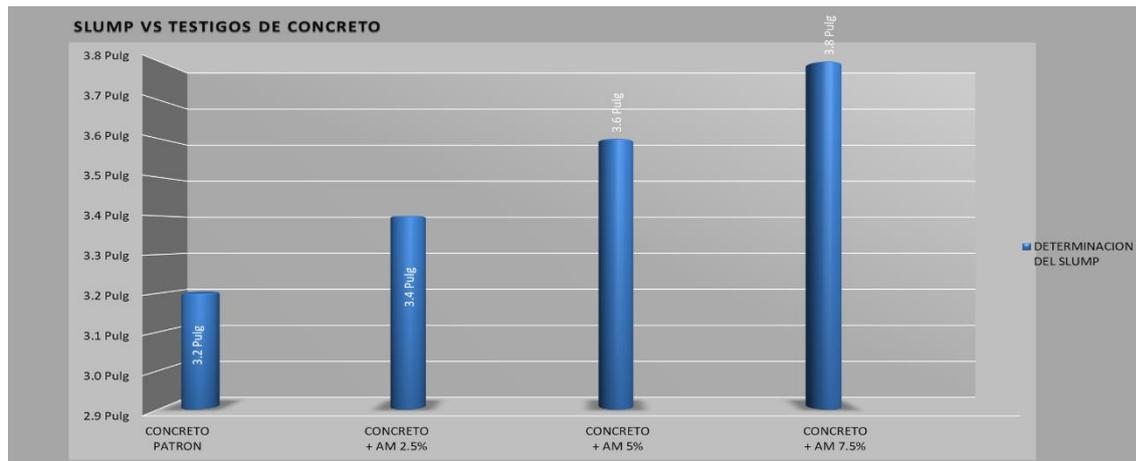
FECHA : MAYO, 2022

MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?	DETERMINACION DEL SLUMP	
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener		C/U	PROMEDIO
1	1	CONCRETO PATRON - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.85	210	212.61	210.00	101.24%	100.00%	SI	3.0 pulg	3.2 Pulg
2		CONCRETO PATRON - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.66	210	210.67	210.00	100.32%	100.00%	SI	2.9 pulg	
3		CONCRETO PATRON - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.74	210	211.50	210.00	100.71%	100.00%	SI	3.1 pulg	
4	2	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.06	210	214.78	210.00	102.28%	100.00%	SI	3.1 pulg	3.4 Pulg
5		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.21	210	216.32	210.00	103.01%	100.00%	SI	3.0 pulg	
6		CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.35	210	217.71	210.00	103.67%	100.00%	SI	2.8 pulg	
7	3	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.56	210	219.85	210.00	104.69%	100.00%	SI	3.0 pulg	3.6 Pulg
8		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.47	210	218.93	210.00	104.25%	100.00%	SI	3.0 pulg	
9		CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	21.54	210	219.64	210.00	104.59%	100.00%	SI	2.9 pulg	
10	4	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - A	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.56	210	209.65	210.00	99.83%	100.00%	NO	2.8 pulg	3.8 Pulg
11		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - B	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.49	210	208.94	210.00	99.49%	100.00%	NO	3.0 pulg	
12		CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ - C	05/05/2022	02/06/2022	28	Ensayo	20.45	210	208.53	210.00	99.30%	100.00%	NO	3.1 pulg	



  
 INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

PROYECTO : ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

UBICACIÓN : CUSCO-CUSCO-CUSCO

FECHA : MAYO, 2022

MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO

P.R.: Ina. Huao Cuba Benavente CIP 128589

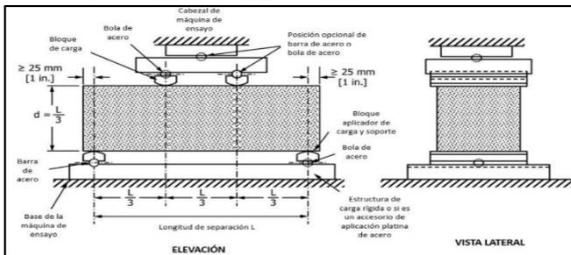
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO

### CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/min}$$

r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.00 N/min  
 S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min ((lb/pulg2)/min) : 1.50 Mpas/min  
 b: Ancho promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
 d: Espesor promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
 L: Longitud de la separacion de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGÚN	0.90 a 1.20 Mpas/min
NORMATIVA	(125 [lb/pulg2]/min a 175 [lb/pulg2]/min)
CUMPLE??	
	SI



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 12 Und

### OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:

NO SE REGISTRA

### EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº	DESCRIPCION	P	L	b	d	R
1	CONCRETO PATRON	1038.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.21 kg/cm2
2		1047.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.40 kg/cm2
3		1032.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.08 kg/cm2
4	CONCRETO + 2.5% DE ALMIDON DE MAIZ	1096.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.45 kg/cm2
5		1089.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.30 kg/cm2
6		1093.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	23.38 kg/cm2
7	CONCRETO + 5% DE ALMIDON DE MAIZ	1054.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.55 kg/cm2
8		1035.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.14 kg/cm2
9		1048.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.42 kg/cm2
10	CONCRETO + 7.5% DE ALMIDON DE MAIZ	979.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.95 kg/cm2
11		968.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.71 kg/cm2
12		957.00 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	20.47 kg/cm2
PROMEDIO:		1036.33 kg	540.00 mm	120.00 mm	145.00 mm	22.17 kg/cm2

PARA EL PRESENTE PROYECTO:

CASO 01

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.69 \text{ Mpas}$$

DONDE:

P: 12547.27 N

L: 540.00 mm

b: 120.00 mm

d: 145.00 mm

CONVIERTIENDO SE TIENE :

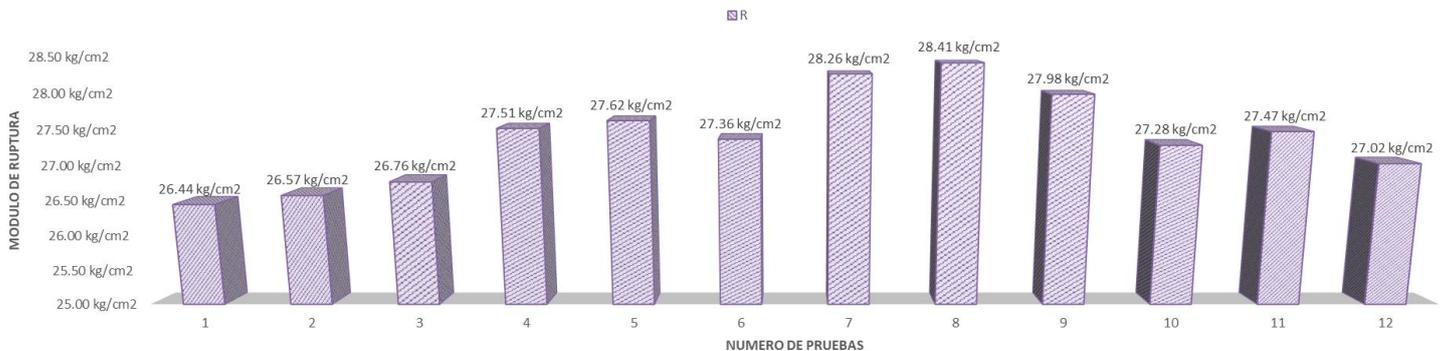
MODULO DE ROTURA= R = 27.39 kg/cm2

ENTONCES:  
 SEGÚN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE 10 A 20% DEL F' C DE DISEÑO

F' C DE DISEÑO	210 kg/cm2
RANGO DEL R QUE DEBE TENER	21 kg/cm2 42 kg/cm2

CUMPLE

NO CUMPLE



INGEOMA  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: ADICION DE MAIZ PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO-2022

Muestra: CONCRETO ENDURECIDO

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

### DETERMINACION DE LA ABSORCION DEL CONCRETO ASTM C642

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04	PROMEDIO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CONCRETO PATRON	CONCRETO + 2.5% DE CENIZA	CONCRETO + 5% DE CENIZA	CONCRETO + 7.5% DE CENIZA	
PESO SECO DE LA MUESTRA EN EL AIRE	13.559 Kg	13.514 Kg	13.851 Kg	13.693 Kg	
PESO SUPERFICIALMENTE SECO	14.099 Kg	14.045 Kg	14.352 Kg	14.143 Kg	
CONTENIDO DE AGUA (%)	4.0%	3.9%	3.6%	3.3%	3.8%

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 3.8%

#### % DE ABSORCION



  
**INGEOMAT**  
 INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexo 10. Certificado de calibración del equipo

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 263-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : HENKEL

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : K6013871

ALCANCE DE INDICACIÓN : 1000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

#### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

#### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L.  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 277 - 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.0 °C	19.0 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 216 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 1000 g la balanza indicó 991.56 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

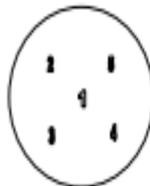
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DESCLICACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 500.00 g			Carga L2= 1,000.00 g		
	Indic. (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Indic. (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	500.02	4	21	1,000.12	4	121
2	500.02	4	21	1,000.12	4	121
3	500.02	5	20	1,000.12	5	120
4	500.02	5	20	1,000.12	5	120
5	500.02	5	20	1,000.12	5	120
6	500.02	6	19	1,000.12	4	121
7	500.02	4	21	1,000.12	4	121
8	500.02	4	21	1,000.12	5	120
9	500.02	5	20	1,000.12	6	119
10	500.02	4	21	1,000.12	4	121
Error máximo			2	2		
Error máximo permitido ±			30 mg	± 30 mg		





Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 283-2021 GLM

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>2</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.00	0.98	5	-20	300.00	300.02	4	21	41
2		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
3		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
4		0.98	5	-20		300.02	4	21	41
5		0.98	5	-20		300.01	5	10	30

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 30 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.00	1.00	4	1						10
2.00	2.00	5	0	-1	2.00	5	0	-1	10
5.00	5.00	4	1	0	5.00	4	1	0	10
10.00	10.00	4	1	0	10.00	4	1	0	10
50.00	50.00	5	0	-1	50.00	5	0	-1	10
75.00	75.00	4	1	0	75.00	4	1	0	20
100.00	100.02	4	21	20	100.02	4	21	20	20
200.00	200.02	4	21	20	200.02	4	21	20	20
500.00	500.02	4	21	20	500.02	4	21	20	30
800.00	800.02	5	20	19	800.02	5	20	19	30
1.000.00	1.000.10	4	101	100	1.000.10	4	101	100	30

(\*\*) error máximo permitido

lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,694E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,716E-08 \text{ g}^2 + 300E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error Comprobado E<sub>c</sub>: Error en caso E: Error Comprobado

Número de tipo Científico E<sub>xx</sub> = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

*Instrument*

**Rangos**

*Measurement range*

**FABRICANTE**

*Manufacturer*

**Modelo**

*Model*

**Serie**

*Identification number*

**Ubicación de la máquina**

*Location of the machine*

**Norma de referencia**

*Norm of used reference*

**Intervalo calibrado**

*Calibrated interval*

**Solicitante**

*Customer*

**Dirección**

*Address*

**Ciudad**

*City*

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

*Measurement standard*

**Tipo / Modelo**

*Type / Model*

**Rangos**

*Measurement range*

**Fabricante**

*Manufacturer*

**No. serie**

*Identification number*

**Certificado de calibración**

*Calibration certification*

**Incertidumbre de medida**

*Uncertainty of measurement*

**Método de calibración**

*Method of calibration*

**Unidades de medida**

*Units of measurement*

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

*Date of issue*

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of pages of the certificate and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized signature(s)*

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

100 000 kgf

Pág. 1 de 3

TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)

NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)

LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

INGEOMAT E.I.R.L

MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

CUSCO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

N° INF – LE – 436 – 20

0.060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 10 – 19

2021 – 10 – 29

3

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized signature(s)*



SUPERVISOR  
LABORATORIO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **255-2021 GLF**

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
 Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN      Resolución: 0.20 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kgf	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10000	10052	10035		10092	
20	20000	20063	20098		20086	
30	30000	30186	30075		30142	
40	40000	40096	40051		40303	
50	50000	50084	50026	No Aplica	50096	No Aplica
60	60000	60041	60094		60018	
70	70000	70008	70078		70042	
80	80000	80096	80043		80011	
90	90000	90013	90098		90067	
100	100000	100010	100034		100742	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud g (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kgf	g (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)	U± (%) k=2
10	10000	-0.59	0.57			0.002	0.343
20	20000	-0.41	0.17			0.001	0.123
30	30000	-0.45	0.37			0.001	0.225
40	40000	-0.37	0.63			0.001	0.393
50	50000	-0.14	0.14	No Aplica	No Aplica	0.000	0.110
60	60000	-0.08	0.13			0.000	0.101
70	70000	-0.06	0.10			0.000	0.089
80	80000	-0.06	0.11			0.000	0.092
90	90000	-0.07	0.09			0.000	0.088
100	100000	-0.26	0.73			0.000	0.484
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.8 °C

Temperatura Máxima: 20.9 °C

Humedad Mínima: 36.0 %Hr

Humedad Máxima: 42.0 %Hr



## CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,45	0,73	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

## MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

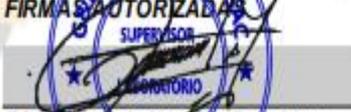
## PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

## OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 255-2021 GLF

## FIRMAS AUTORIZADAS

  
 Téc. Gilmer A. Huamán Poquioma  
 Responsable Laboratorio de Metrología



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 262-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8336030041

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L.  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN



Teléfono  
(01) 622 - 5814  
Celular  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Étape Los Olivos  
Lima



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.1 °C	19.1 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b> <b>TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g, la balanza indicó 29993 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

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

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

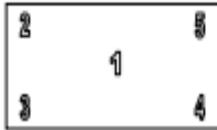
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Temp. (°C)					
	Inicial 19.1			Final 19.1		
N°	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	lgj	ΔL(g)	E(g)	lgj	ΔL(g)	E(g)
1	15,003	0.5	3.0	30,001	0.8	0.9
2	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
3	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
4	15,003	0.8	2.9	30,001	0.5	1.0
5	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
6	15,003	0.5	3.0	30,001	0.8	0.9
7	15,003	0.5	3.0	30,001	0.8	0.9
8	15,003	0.5	3.0	30,001	0.8	0.9
9	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
10	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
Error Máximo			0.1			
Error Máximo permitido ±			20 g	± 30 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_0$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	$l(g)$	$\Delta l(g)$	$E_0(g)$	Carga (g)	$l(g)$	$\Delta l(g)$	$E_l(g)$	$E_c(g)$
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,001	0.5	1.0	1.0
2		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1
3		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
4		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido:  $\pm$  20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga $L(g)$	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp <sup>(**)</sup> $\pm(g)$
	$l(g)$	$\Delta l(g)$	$E_l(g)$	$E_c(g)$	$l(g)$	$\Delta l(g)$	$E_l(g)$	$E_c(g)$	
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	20
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	20
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	20
25,000	25,001	0.6	0.9	0.9	25,001	0.6	0.9	0.9	30
30,000	30,001	0.7	0.8	0.8	30,001	0.7	0.8	0.8	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,743E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 046E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta l$ : Carga Incrementada    E: Error encontrado     $E_l$ : Error en caso     $E_c$ : Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 261-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

**1. SOLICITANTE** : INGEOMAT E.I.R.L

**DIRECCIÓN** : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

**MARCA** : OHAUS

**MODELO** : SPX6201

**NÚMERO DE SERIE** : B709757153

**ALCANCE DE INDICACIÓN** : 6200 g

**DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN** : 0.1 g

**DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e )** : 0.1 g

**PROCEDENCIA** : CHINA

**IDENTIFICACIÓN** : NO PRESENTA

**TIPO** : ELECTRÓNICA

**UBICACIÓN** : LABORATORIO

**FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2021-10-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.4 °C	19.4 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 6200 g la balanza indicó 6200.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DISCIPLINACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3,000.0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 6,000.0 g	ΔL (mg)	E (mg)
		Inicial	Final			
1	3,000.2	19.4	19.4	5,999.9	60	-110
2	3,000.2			5,999.9	50	-100
3	3,000.2			5,999.9	40	-90
4	3,000.2			5,999.9	50	-100
5	3,000.2			5,999.9	40	-90
6	3,000.2			5,999.9	50	-100
7	3,000.2			5,999.9	40	-90
8	3,000.2			5,999.9	60	-110
9	3,000.2			5,999.9	50	-100
10	3,000.2			5,999.9	40	-90
Error máximo permitido ±		300 mg		±		300 mg





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Temp. (°C)	Inicial	Final
	19.4	19.4

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	1,999.9	50	-100	-100
2		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
3		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100
4		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
5		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	19.4	19.4

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp <sup>(*)</sup> ±(mg)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.0	1.0	50	0						100
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200
2,000.0	1,999.9	50	-100	-100	1,999.9	40	-90	-90	200
3,000.0	2,999.9	50	-100	-100	2,999.9	50	-100	-100	300
4,000.0	3,999.9	40	-90	-90	3,999.9	40	-90	-90	300
5,000.0	4,999.9	50	-100	-100	4,999.9	50	-100	-100	300
6,200.0	6,199.9	50	-100	-100	6,199.9	50	-100	-100	300

(\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,104E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{018E-04 \text{ g}^2 + 8,724E-16 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

**CUBA BENAVENTE HUGO**

INGENIERO

MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

TELÉFONO: 217232

R.U.C. 10452698957

**RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO**

**Nro: E001- 150**

**Recibí de:** JHORDY KEVIN ANDIA MARMANILLO

**Identificado con** DNI **número** 72219285

**Forma de Pago:** AL CONTADO

**Domiciliado en** .

**La suma de:** DOS MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES

**Por concepto de** ELABORACION DE LOS ENSAYOS CORRESPONDIENTES A TRABAJABILIDAD, ABSORCION RESISTENCIA A COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO.

**Observación** -

**Inciso** A DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA

**Fecha de emisión** 03 **de** Junio **del** 2022

**Total por honorarios:** 2,500.00

**Retención (8 %) IR:** (0.00)

**Total Neto Recibido:** 2,500.00 SOLES