



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes
para fines de pavimentación, Puno, 2022**

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

AUTOR:

Escalante Alvarez, Milena (orcid.org/0000-0003-0741-7610)

ASESOR:

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CALLAO– PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios, por siempre acompañarme en este camino de la vida, por darme la salud y fortaleza necesaria para alcanzar mis metas. A mis queridos padres, Felipa y Alfredo, por ser mi apoyo incondicional en todo momento. A mis queridos hermanos Marcia, Willy, Lizeth, y Adriana, por su motivación, apoyo y consejos. A mis abuelitos Alejandrina, Serafina y Emeterio que desde el cielo iluminan mi camino.

Escalante Alvarez, Milena

Agradecimiento

Agradezco a Dios por su infinita bondad y sabiduría que me dio día a día en cada aprendizaje. A cada uno de los integrantes de mi familia por su ayuda constante y desinteresada.

A mi asesor M(o). Lucio Sigifredo Medina Carbajal, por haberme guiado con sus conocimientos y experiencia en el desarrollo de esta tesis.

A Ramiro, por ser una persona excepcional que me brindo motivación, por su amor y enseñanzas de vida.

Finalmente, a todos los profesionales, compañeros y amigos que brindaron su apoyo para realizar esta investigación.

Escalante Alvarez, Milena

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEORICO	6
III.- METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos	26
IV.- RESULTADOS	27
V.- DISCUSIÓN	70
VI.- CONCLUSIONES	79
VII.- RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de muestras de probetas cilíndricas de concreto.	22
Tabla 2. Distribución de probetas prismáticas de concreto.....	23
Tabla 3. Distribución de muestras de losas de concreto para evaluar el agrietamiento por contracción plástica ASTM C1579.....	23
Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados.	29
Tabla 5. Información sobre las propiedades físicas y químicas de los SAP.	30
Tabla 6. Distribución, forma y absorción de las partículas de SAP utilizados en la investigación.....	31
Tabla 7. Resistencia promedio.....	32
Tabla 8. Cantidad de agua requerida para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados.	33
Tabla 9. Aire naturalmente atrapado -Comité 211 del ACI	33
Tabla 10. Relación agua/cemento para concreto.....	33
Tabla 11. Factor de volumen del agregado grueso para diversos MF del fino. ...	34
Tabla 12. Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.	35
Tabla 13. Dosificación en peso seco por m ³ de concreto (kg).....	36
Tabla 14. Valores de contenido de humedad y absorción de los agregados.	36
Tabla 15. Dosificación en peso húmedo por m ³ de concreto (kg).	37
Tabla 16. Dosificación por bolsa de cemento	37
Tabla 17. Proporciones de mezcla para el concreto de referencia y con adiciones de SAP (kg/m ³).	38
Tabla 18. Asentamiento de las mezclas de concreto.....	39
Tabla 19. Resultados del ensayo de peso unitario del concreto fresco.	40
Tabla 20. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a 7 días de edad, f'c=280 kg/cm ²	41
Tabla 21. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a los 14 días de edad, f'c=280 kg/cm ²	42
Tabla 22. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a los 28 días de edad, f'c=280 kg/cm ²	43
Tabla 23. Resumen de resultados de resistencia la compresión del concreto f'c=280kg/cm ² con adiciones de SAP.	45
Tabla 24. Resultados del ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto. 46	
Tabla 25. Asentamiento del concreto ensayado en los paneles.	50
Tabla 26. Registro de condiciones ambientales en la cámara del primer ensayo (CR y CSAP 0.1%).	51
Tabla 27. Registro de condiciones ambientales en la cámara del segundo ensayo (CSAP 0.05 y CSAP 0.15%).	53

Tabla 28. Fisuras en el tiempo de los paneles de concreto control y con SAP....	55
Tabla 29. Coeficiente de reducción de grietas (CRR) para las muestras de concreto ensayadas.	56
Tabla 30. Prueba de normalidad para ensayo de asentamiento.....	57
Tabla 31. Prueba de ANOVA para el ensayo de asentamiento del concreto.....	58
Tabla 32. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de asentamiento.	58
Tabla 33. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de asentamiento.....	59
Tabla 34. Prueba de normalidad para ensayo de peso unitario.....	59
Tabla 35. Prueba de ANOVA para el ensayo de peso unitario del concreto.....	60
Tabla 36. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de peso unitario..	60
Tabla 37. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de peso unitario.....	61
Tabla 38. Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a compresión.....	62
Tabla 39. Prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a compresión.	62
Tabla 40. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de resistencia a compresión.....	63
Tabla 41. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de resistencia a la compresión.	63
Tabla 42. Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a flexión del concreto.....	65
Tabla 43. Prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a flexión.	65
Tabla 44. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de resistencia a flexión.....	65
Tabla 45. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de resistencia a flexión.....	66
Tabla 46. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.05%) suponiendo varianzas desiguales.	67
Tabla 47. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.10%) suponiendo varianzas desiguales.	68
Tabla 48. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.15%) suponiendo varianzas desiguales.	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Fotografías de fisuras por contracción plástica en diferentes construcciones.	13
Figura 2. Mapa político del distrito de Puno en la provincia de Puno.	27
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.	28
Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino.....	29
Figura 5. Polímeros super absorbentes utilizados en la investigación.	30
Figura 6. Desarrollo de resistencia a la compresión de muestras de concreto a 7 días de edad.....	42
Figura 7. Resistencia a la compresión de muestras de concreto a 14 días de edad.	43
Figura 8. Resistencia a la compresión de muestras de concreto a 28 días de edad.	44
Figura 9. Evolución de la resistencia a la compresión de probetas de concreto.	45
Figura 10. Resistencia a flexión de vigas a 28 días de edad.....	47
Figura 11. Geometría del molde de la probeta y del elevador de tensión.	48
Figura 12. Moldes fabricados para las losas de concreto a ensayar.....	48
Figura 13. Cámara ambiental acondicionada para el ensayo.....	49
Figura 14. Anemómetro digital y registrador de temperatura y humedad empleado en la investigación	49
Figura 15. Herramientas para la medición de ancho de fisuras.....	50
Figura 16. Temperatura (°C) en la cámara ambiental del primer ensayo.	52
Figura 17. Humedad relativa (%) en la cámara ambiental del primer ensayo.	52
Figura 18. Velocidad del viento (m/s) en la cámara ambiental durante el primer ensayo.....	52
Figura 19. Temperatura (°C) en la cámara ambiental del segundo ensayo.	54
Figura 20. Humedad relativa (%) en la cámara ambiental del segundo ensayo..	54
Figura 21. Velocidad del viento (m/s) en la cámara ambiental durante el segundo ensayo.....	54
Figura 22. Fisuración en el tiempo de los paneles de concreto ensayados.....	56

RESUMEN

La presente tesis denominada "Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022" tiene por objetivo determinar la influencia de los polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022.

La metodología empleada fue de tipo aplicada diseño experimental, nivel explicativo y con un enfoque cuantitativo. La muestra se conforma por un total de 52 especímenes de concreto de $f'c=280$ kg/cm² en la ciudad de Puno, donde se realizó adiciones de 0.05%, 0.10% y 0.15% de polímeros super absorbentes en función del peso del cemento y previamente saturados, siendo así considerados como agua de curado interno para el concreto.

En cuanto a las propiedades en estado fresco, los SAP incrementaron la trabajabilidad y peso unitario, siendo el porcentaje de 0.10% de SAP, la cantidad adecuada de adición, ya que a partir de 0.15% se observó una tendencia a la segregación en la mezcla. En referencia a las propiedades en estado endurecido, el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto ha sido desfavorable en los primeros 7 días de edad, pero positivo a los 14 y 28 días, siendo el 0.10% de SAP, la cantidad óptima para propiciar un adecuado curado interno del concreto, ya que mejoró la resistencia a compresión en un 5.3% sobre las muestras de referencia. Mientras tanto, no existe una variación significativa en los valores de la resistencia a flexión del concreto con adición de SAP.

También se determinó que estos polímeros tienen efectividad para el control de fisuras por contracción plástica del concreto al reducir el coeficiente de agrietamiento en un 80% para la dosis de 0.10% y en un 100% con un 0.15% de SAP, por lo que, son capaces de aliviar el gradiente de humedad relativa del concreto ante condiciones severas de pérdida de esta.

Palabras clave: Polímeros super absorbentes, pavimento rígido, concreto hidráulico, curado interno, propiedades del concreto; contracción plástica.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design of concrete mixes based on super absorbent polymers for paving purposes, Puno, 2022" has the objective of determining the influence of super absorbent polymers in the design of concrete mixes for paving purposes, Puno, 2022.

The methodology that was used according to its type is applied, experimental design, explanatory level and with a quantitative approach. The sample consisted of a total of 52 concrete specimens of $f'c=280$ kg/cm² in the city of Puno, where additions of 0.05%, 0.10% and 0.15% of super absorbent polymers were made according to the weight of cement and previously saturated, thus being considered as internal curing water for the concrete.

Regarding the fresh properties, the SAP increased the workability and unit weight, being the percentage of 0.10% of SAP the adequate amount of addition, since from 0.15% a tendency to segregation in the mixture was observed. In reference to the properties in the hardened state, the impact on the development of the compressive strength of the concrete has been unfavorable in the first 7 days of age, but positive at 14 and 28 days, with 0.10% SAP being the optimum amount to promote an adequate internal curing of concrete, since it improved the compressive strength by 5.3% over the reference samples. Meanwhile, there is no significant variation in the flexural strength values of concrete with SAP addition.

It was also determined that these polymers are effective for controlling plastic shrinkage cracks in concrete by reducing the cracking coefficient by 80% for the 0.10% dose and by 100% with 0.15% SAP, thus, they are able to alleviate the relative humidity gradient of concrete under severe conditions of moisture loss.

Keywords: Superabsorbent polymers, rigid pavement, hydraulic concrete, internal curing, concrete properties, plastic shrinkage.

I.- INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años, la infraestructura de pavimentos ha sido un soporte para el rápido desarrollo de la economía social global, y los actuales retos económicos y medioambientales requieren de infraestructuras de pavimentación sostenibles y resistentes (Chen *et al.*, 2021). El pavimento rígido ofrece una vida útil más duradera y una notable capacidad resistente para el tráfico pesado. Al ser más fácil de obtener que el asfalto, el pavimento de concreto hidráulico ofrece excelentes ventajas en términos de durabilidad y eficiencia económica. Sin embargo, la reparación adecuada de este pavimento es más difícil que la del concreto asfáltico en caso de degradación o daños. La fisuración y el agrietamiento del pavimento rígido son las principales causas de tales inconvenientes.

Además de los efectos adversos sobre el aspecto del concreto, las grietas y fisuras pueden reducir su resistencia y durabilidad al aumentar la permeabilidad del concreto y facilitar la entrada de agentes agresivos en su interior y posteriormente a la estructura del pavimento, perjudicando al servicio del pavimento. Por tanto, la inspección y/o reparación de las grietas del concreto son indispensables, pero este proceso se hace difícil cuando éstas no son visibles o accesibles, por tanto, deben evitarse o controlarse para reducirse al mínimo.

En el Perú, la ejecución de obras de infraestructura vial en regiones alto andinas presentan problemas relacionados con altos gradientes térmicos y sequedad ambiental que provocan diferencias de humedad y temperatura entre la cara superior e inferior de las losas de concreto, como consecuencia se evidencian deformaciones debidas al alabeo cóncavo y la retracción del concreto (Montalvo y Alfaro, 2015). Tal es el caso de la ciudad de Puno, ubicada geográficamente al sur del Perú, en la región de la sierra, con una altitud promedio de 3 827 m.s.n.m. La región presenta variaciones climáticas drásticas, donde los otoños e inviernos (junio a septiembre), las temperaturas son bajas de hasta -9°C y con condiciones más secas de humedad relativa (5% a 25%). Los fuertes vientos alcanzan velocidades promedio de hasta 4,0 m/s y en agosto ocurren los de mayor velocidad en gran parte de la región. Por otro lado, los meses más cálidos están entre octubre y enero con temperaturas de hasta 17°C , y con mayores valores de humedad relativa (hasta

40%). Estos factores ambientales y otros aspectos como inadecuados procesos constructivos, deficiente curado, etc., favorecen a la aparición de fisuras por contracción durante el proceso de fraguado del concreto de los pavimentos.

En el proceso de curado y secado del concreto, suceden transformaciones físico-químicas que reducen su volumen y provocan la contracción de los elementos de concreto, desencadenándose la aparición de fisuras en la superficie, donde además el tipo de materiales cementantes, la relación agua/cemento, los agregados y principalmente las condiciones ambientales como la humedad y temperatura, son factores influyentes para generar estas tensiones.

Para lograr un curado adecuado del concreto, debe garantizarse una cantidad de agua permanente en su superficie por un largo tiempo, sin embargo, esta condición es difícil de asegurar en grandes superficies, en lugares aislados, en climas cálidos o en lugares con problemas de suministro de agua (Rodríguez y Torres, 2019, p. 38). El curado interno es un giro moderno a la práctica de curado convencional del concreto al suministrar agua de curado desde el interior del concreto mediante materiales que retienen y ceden la humedad necesaria para aumentar la reacción de los materiales cementantes en toda la profundidad del elemento. o para reemplazar la humedad perdida por evaporación o auto desecación, de modo que se reduce las tensiones y deformaciones autógenas.

Los polímeros super absorbentes (SAP), son materiales capaces de absorber grandes cantidades de agua, retenerlas y luego liberarlas al medio que los rodea, por estas características, es que en las últimas décadas se han venido estudiando en el curado interno del concreto de alto desempeño, también como mitigador de la retracción por contracción y la resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Sin embargo, su aplicación para pavimentos de concreto hidráulico aun no viene siendo estudiado ampliamente.

Por tanto, en esta investigación se plantea el **problema general**: ¿Cuál es la influencia de los polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022?, de la misma manera se plantea los

problemas específicos y son: ¿Cuál es la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?; ¿Cómo influyen los polímeros super absorbentes en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022?; ¿Cuál es el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?; ¿Cuál es la variación de la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?, y ¿Qué efectividad tienen los polímeros super absorbentes para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022?

La justificación **teórica** se sustenta en que se busca generar conocimiento sobre el comportamiento y la resistencia del concreto hidráulico adicionado con polímeros súper absorbentes (SAP), de tal manera que se pueda apoyar a la teoría del curado interno en el concreto. Según López (2022, p. 20), los SAP como aditivo, representan entre otros aspectos, una opción para un bombeo más fluido y con disminución pérdidas en estado fresco, una fuente de mejora de la resistencia a la compresión y un método efectivo contra las micro-fisuras provocadas por la contracción autógena. Sin embargo, como bien explican Mechtçñherine *et al.* (2021), los ejemplos de aplicación de SAP sobre el terreno muestran resultados prometedores, pero son escasos por el momento, por ello, se hace necesario nuevas investigaciones para su aplicación en la construcción.

La motivación **práctica** de esta investigación es que se logrará conocer el comportamiento y las propiedades del concreto fresco y endurecido, incorporando polímeros super absorbentes como agente del curado interno y mitigador de la fisuración por contracción plástica del concreto. De esta manera, se abordará una posible solución a problemas como los deficientes procesos de curado y las complicaciones climáticas propias del altiplano peruano en la ciudad de Puno que provocan fisuración o agrietamiento en losas expuestas a la intemperie debido a la pérdida temprana de humedad y otros aspectos, que finalmente afectan

negativamente sobre la calidad, resistencia mecánica y durabilidad del concreto en la ejecución de obras de pavimentación.

Este proyecto se justifica **socialmente**, debido a que representa un avance dirigido a la ejecución de obras de pavimentación de mejor calidad, con una vida útil mucho más prolongada que mejoren la transitabilidad vial y beneficien finalmente a la población. Asimismo, desde un punto de vista **ambiental**, se podría reducir las demoliciones de pavimentos degradados, además que el curado con polímeros super absorbentes, es una alternativa para el uso controlado de los recursos hídricos, puesto que la escasez de los recursos hídricos es una problemática que se acrecienta con el pasar de los años y más aún cuando existe sequías prolongadas, tal como las que se han venido presentando en los años 2022 y 2023, además que permite una adaptación climática a los grandes gradientes térmicos y de humedad que se presentan actualmente y que tienen injerencia sobre el comportamiento del concreto.

Respecto a los objetivos se plantea los siguientes, **Objetivo general:** Determinar la influencia de los polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022; así también se presenta los **objetivos específicos** planteados, Determinar la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; Conocer la influencia de los polímeros super absorbentes en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022; Examinar el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; Determinar la variación de la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022, y Conocer la efectividad que tienen los polímeros super absorbentes para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022.

En consecuencia, se planteó las siguientes hipótesis, **hipótesis general:** Los polímeros super absorbentes tiene una influencia en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno 2022. Asimismo, se menciona a las

hipótesis específicas: La dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno 2022, tiene una variante en la cantidad de agua de curado interno añadida; Los polímeros super absorbentes tienen una influencia en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno 2022; Existe un impacto positivo en desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; Existe una variación significativa en la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; Los polímeros super absorbentes son efectivos para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.

II.- MARCO TEÓRICO

Se han encontrado **antecedentes internacionales** que describen y presentan a los polímeros superabsorbentes como una metodología innovadora que está siendo estudiada en muchos países, tales estudios corresponden a:

Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), en su investigación titulada *Superabsorbent Polymers in Concrete to Improve Durability*, patrocinado por la Autoridad de autopistas de peaje del Estado de Illinois de los Estados Unidos, tuvieron por objetivo examinar y documentar el uso del curado interno por parte de SAP para mejorar la durabilidad de un concreto de alto rendimiento. El estudio tiene una metodología de tipo aplicada, diseño experimental y enfoque cuantitativo. Las muestras empleadas en el estudio se realizaron con una relación agua/materiales cementantes de 0,37, con adición de cenizas volantes, superplastificante, reductor de agua, incorporador de aire y estabilizador de hidratación. Se investigaron cinco marcas diferentes de polímeros super absorbentes a los que se realizó pruebas de absorción para determinar la dosis adecuada para las mezclas. Después de realizar la medición de las propiedades frescas y endurecidas, incluyendo la trabajabilidad, propiedades mecánicas, las propiedades viscoelásticas, transporte y durabilidad frente a heladas del concreto utilizado en las estructuras de los puentes de las autopistas, concluyen que los SAP han tenido un resultado deseado para el curado interno del concreto de alto rendimiento, ya que en estado endurecido alcanzó una resistencia ligeramente superior, una menor retracción y una mayor durabilidad, además contribuir a la reducción de la retracción gracias a que el agua absorbida por los polímeros, mantienen la humedad en la microestructura y lo liberan a medida que el cemento se hidrata. Sin embargo, la trabajabilidad del hormigón fresco con SAP se ve afectada, por lo que recomiendan utilizar superplastificante para compensar la pérdida de asentamiento.

Dang, Zhao, y Zhaohua (2021), en su artículo *Effect of Superabsorbent Polymer on the Properties of Concrete*, tuvieron por objetivo estudiar experimentalmente la influencia del volumen, el tamaño de las partículas y las formas de agua arrastrada del SAP en la trabajabilidad, la resistencia a la compresión, la retracción, la

resistencia a la carbonatación y la resistencia a la penetración de cloruros del concreto. El método de investigación es de carácter experimental – aplicativo – cuantitativo. Las muestras empleadas en el estudio se realizaron con una relación agua/materiales cementantes (w/b) de 0,38, con adición de superplastificante y cenizas volantes. Los volúmenes de SAP son 0,1%, 0,2% y 0,3% respecto de los materiales cementantes. Los tamaños de las partículas de SAP-a son de 250 a 425 μm y los tamaños de partícula de SAP-b son de 150 a 180 μm . Las formas de incorporación de agua de los SAP son 0 (SAP sin absorción de agua), 10 (SAP con agua de curado interno absorbida) y 10K (SAP saturado, y donde se realizó la deducción del agua de curado interno del agua de mezclado). Finalmente concluyen que, el asentamiento aumenta cuando se añade SAP previamente saturado y mientras mayor es el volumen añadido, mayor es el efecto en el aumento de esta propiedad. En referencia a la resistencia a la compresión, se ve muy afectada, a una edad temprana por las formas de agua incorporada y el tamaño de las partículas de SAP, con el aumento del volumen de SAP, el mayor tamaño de las partículas y el SAP-a previamente saturado hacen que el agua de curado interna adicional aumente gradualmente y la relación agua cemento efectiva del hormigón aumente, por tanto, la resistencia a la compresión disminuye linealmente, sin embargo, con el aumento de la edad, las diferencias de resistencia a la compresión entre el hormigón SAP y el hormigón de referencia disminuyen gradualmente. También encontraron que los SAP pueden reducir la tasa de evaporación del agua externa, así como aliviar el gradiente de humedad relativa del hormigón para mejorar la contracción de secado del hormigón.

Arredondo (2019), en su Tesis *Efectos del uso de polímeros superabsorbentes (SAP) como agente de curado interno en el desempeño mecánico y la durabilidad del concreto*, en la Universidad EIA de Envigado, Colombia, tuvo como objetivo determinar los efectos del curado interno con polímeros superabsorbentes (SAP) en concretos que a su vez tienen diferentes contenidos de álcalis del cemento portland. Para ello, la autora evaluó propiedades como el asentamiento, resistencia a la compresión, permeabilidad del ion cloruro y la contracción por secado. La metodología del estudio es de tipo aplicada, comprende un diseño cuasi –

experimental. Se emplearon 2 muestras de concreto denominadas “Cem1” y “Cem2”, donde experimento con dos porcentajes de adición de polímero superabsorbente (SAP): 0.20% y 0.40% Los resultados muestran que con la adición de un 0.40% de polímeros superabsorbentes se obtuvieron resistencias máximas a la compresión; para la muestra de “Cem1” añadido con el 0.40% de SAP se obtuvo un aumento del 2.53% y para la muestra “Cem2” añadido con el 0.40% de SAP se obtuvo 0.39% de aumento, todo ello respecto a la muestra patrón y en un tiempo de curado de 28 días. Finalmente, la autora concluye que la adición de polímeros superabsorbentes, provocó la disminución del flujo de asentamiento en comparación con las mezclas de referencia ya que se adicionaron en estado seco a la mezcla. Asimismo, se encontró que para la máxima resistencia a compresión del concreto (37.0 MPa y 37.96 MPa), la cantidad óptima de SAP fue 0.40% por peso de cemento. En comparación con la mezcla de referencia, el porcentaje de aumento en la resistencia a la compresión al día 28 fue de 2,53 % para la mezcla hecha con Cem1 y 0,40 % SAP y 0,39 % para la mezcla hecha con Cem2 y 0,40 % SAP. Por otro lado, señaló que los polímeros superabsorbentes ayudan a reducir el potencial de agrietamiento temprano del concreto debido a la hidratación proporcionada por SAP, que ayuda a prevenir la pérdida de agua libre de la superficie.

Se ha revisado también el tema de la incorporación de polímeros superabsorbentes en concreto en trabajos de investigación a **nivel nacional**, donde no se han encontrado muchas investigaciones sobre el tema debido a que aún es reciente e innovador. Se encontró una investigación, la cual se detalla a continuación:

Martínez (2017), en su Tesis *Análisis de las propiedades de un concreto de alta Resistencia utilizando polimeros superabsorbentes y aditivos en la ciudad de Arequipa – 2017* de la Universidad Católica de Santa María, tuvo como objetivo realizar un análisis de las propiedades de un concreto de alta resistencia con la aplicación de polímeros superabsorbentes como curado interno para mejorar la evolución de la resistencia a la compresión en el tiempo. La metodología de investigación es de carácter experimental, aplicativo y cuantitativo. Las muestras

se realizaron con una relación agua/materiales cementantes de 0.38, con la incorporación de micro sílice y superplastificante, el diseño de mezclas lo realizo por los métodos combinación de agregados y Diseño ACI. En sus conclusiones señala que, al añadirse mayores cantidades de polímeros superabsorbentes el asentamiento crece llegando a producirse segregación con valores mayores a 0.10%. Respecto a la resistencia a la compresión el porcentaje de 0.025% de SAP en el Diseño ACI, muestra una mejora de la resistencia a la compresión del 5.11% superior en comparación al concreto sin polímeros. Por lo tanto, determinó que la proporción adecuada de polímeros superabsorbentes para un concreto de alta resistencia es el 0.025% en peso del cemento, debido a que mayores adiciones aportan positivamente en la trabajabilidad, pero no en la resistencia.

A **nivel local** existe poca evidencia sobre la realización de investigaciones empleando polímeros superabsorbentes. El único autor local que se pudo abordar data del año 2015 y la investigación que realizo se presenta a continuación:

Parizaca (2015), en su Tesis *Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros superabsorbentes en la ciudad de Puno*, de la Universidad Nacional del Altiplano, tuvo como objetivos estudiar el comportamiento de la trabajabilidad y la variación de la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial $f'c = 350$ kg/cm², por adición de polímeros superabsorbentes en la ciudad de Puno. La metodología de investigación es de carácter experimental, aplicativo y cuantitativo. Las muestras fueron elaboradas para una relación agua/materiales cementantes de 0.38 con el uso de micro sílice y superplastificante. En sus conclusiones señala que la adición optima de polímeros superabsorbentes para el concreto de alta resistencia inicial es 0.1%, puesto que incrementa los valores de asentamiento y aporta al desarrollo de la resistencia a compresión respecto al concreto sin adición de SAP. Sin embargo, adiciones de 0.15% y 0.2%, conducen a problemas de segregación y disminución de la resistencia a compresión del concreto.

A continuación, se detallan las **teorías** que sostiene el proyecto de investigación:

El concreto es un material que se fabrica mezclando áridos gruesos y finos, materiales cementantes, agua y dependiendo de las necesidades de cada proyecto, también puede incluir aditivos. Debido a sus propiedades plásticas en estado fresco y a su buen comportamiento mecánico y durabilidad en estado endurecido, ha logrado tener un uso generalizado en todo el mundo. La pasta, se forma a partir de cemento portland y agua, es un elemento cohesivo que rodea a los agregados, como resultado se obtiene una masa parecida a una roca (Kosmatka et al., 2004, p.1). En los siguientes párrafos, se detallan los componentes del concreto:

Un componente indispensable para el concreto hidráulico es el cemento Portland, el cual es un material proveniente de la pulverización del clinker cuya composición básica contiene silicatos de calcio hidráulicos y normalmente adicionado con sulfato de calcio durante la molienda (NTP 334.001, 2011, p. 8). El cemento es el ingrediente activo que define las tendencias del comportamiento del concreto a pesar de intervenir en menor cantidad dentro de los componentes del concreto (Pasquel, 1998, p. 13). En el Perú existe diversas tipologías y marcas de cemento. Las normas NTP 334.009, NTP 334.090 y NTP 334.082, detallan y caracterizan a los cementos portland, sus requisitos, adiciones y especificación de la performance.

Seguidamente, se tiene a los agregados o áridos, que son un grupo de partículas cuya procedencia puede ser natural o artificial, de manera que son tratadas o elaboradas (NTP 400.037, 2018, p.6), y al combinarse con materiales aglomerantes y agua forman el concreto o mortero. Se necesita que tengan buena resistencia y durabilidad, además de estar libre de impurezas perjudiciales para enlazarse con la pasta, entre ellas limo, materia orgánica o barro, según considera Abanto (2009, p.23). Los agregados ocupan un volumen cerca del 60% al 75% del concreto e influyen significativamente tanto en las proporciones de la mezcla, propiedades y calidad del concreto, así como en su valor económico (Kosmatka et al., 2004, p.103).

La clasificación de los agregados, puede resumirse de acuerdo a lo siguiente: en primer lugar, por su procedencia, pueden ser agregados naturales o artificiales. Neville (1999, p.75), señala que, en caso del agregado natural, provienen de la

fragmentación de una masa mayor de roca provocado por el intemperismo o la abrasión o por fragmentación artificial. En segundo lugar, se pueden clasificar por su gradación en agregado grueso y fino. La NTP 400.037 (2018, p.6), señala el límite la distribución volumétrica de las partículas de los agregados, donde el agregado grueso es todo aquel retenido en el tamiz 4,75 mm (No. 4) y al agregado fino como todo aquel que pasa la malla de 9,5 mm (3/8 pulg) y es retenido en el tamiz 75 μ m (No. 200). En tercer lugar, los áridos se caracterizan por su densidad o gravedad específica (peso entre volumen de solidos en referencia a la densidad del agua), en ese entender Pasquel (1998, p.72), los clasifica en tres tipos: los normales con $G_e=2.5$ a 2.75 , los ligeros con $G_e<2.5$ y pesados con $G_e>2.75$.

Otro componente es el agua, el cual sirve para los siguientes fines en el concreto: humedecer la superficie de los áridos para desarrollar la adherencia a la pasta de cemento, preparar una mezcla plástica de los distintos ingredientes, impartir trabajabilidad al hormigón para facilitar su colocación y para la hidratación de los materiales cementantes para el fraguado y endurecimiento durante el periodo de curado. La calidad de la pasta está determinada en función de la relación agua/cemento. El Comité ACI 116 (2000, p.7) define al agua de mezclado de un concreto o mortero como aquel que se considera en el cálculo de la relación agua/cemento neto, sin contar el agua contenida en los agregados. La cantidad y la calidad del agua deben ser examinadas con mucho cuidado, debido a que la presencia de impurezas químicas en el agua puede afectar negativamente a la resistencia y la durabilidad del concreto (Nikhil, Sushma, Gopinath y Shanthappa, 2014, p. 197).

Después de la primera fase de hidratación del concreto, es decir luego que el concreto pierde plasticidad, empieza el endurecimiento y aceleración de las reacciones químicas que al cabo de algunas horas le confieren rigidez y propiedades mecánicas resistentes.

El aumento permanente de la resistencia del concreto obedece a que existan condiciones óptimas de humedad y temperatura para que el cemento aun no hidratado pueda formar productos de hidratación (Kosmatka et al., 2004, p.6), por

esta razón es fundamental el proceso de curado del concreto. Yogesh y Shrikant (2020, p.1820) denominan al curado como los procedimientos utilizados para favorecer la hidratación del cemento, y así controlar la velocidad y el grado de pérdida de humedad del concreto. Según el ACI 308R-16, el periodo de curado comienza en el momento de la colocación y continúa hasta que se hayan desarrollado las propiedades deseadas del concreto, permitiendo que el material cementante del concreto se hidrate adecuadamente tanto en profundidad como cerca de la superficie.

El curado es primordial para minimizar la retracción a edades tempranas, reducir el desecamiento y porosidad de la pasta de cemento, por lo tanto, influye en propiedades de durabilidad como la permeabilidad y resistencia a la abrasión.

Para Espinoza (2010, p.21), las mezclas de concreto con una relación agua/cemento superior a 0,42 contienen más agua de la teóricamente necesaria para la hidratación total del cemento en ellas, pero que puede ser afectada por cualquier pérdida por evaporación limitando que el cemento obtenga su máximo grado de hidratación. Un concreto con relación a/c menor a 0.42 requiere agua adicional de curado para una hidratación óptima, que es un tanto difícil de proveer por los métodos tradicionales debido a la baja permeabilidad de este tipo de concretos. En ese contexto, surgió de la necesidad de hormigones estructurales más duraderos y resistentes a la fisuración por contracción y que podría ser alcanzado mediante el curado interno (Taylor y Babcock, 2015, p.1), esta técnica puede proporcionar agua adicional en la cantidad y distribución espacial adecuadas, de forma que toda la microestructura tridimensional de la pasta de cemento hidratada permanezca saturada y libre de tensiones autógenas (Bentz y Weiss, 2011, p.6). Entre los métodos de curado interno que más destacan, están el uso de agregados ligeros saturados, alcohol polivinílico, fibras húmedas, polímeros super absorbentes, material cerámico saturado como ladrillos de arcilla triturada, etc.

El volumen del concreto en servicio puede cambiar ligeramente por algunas restricciones que pueden ocasionar su deformación, como subrasantes, refuerzo,

cimientos o elementos conectados que pueden someterlo a esfuerzos (Kosmatka *et al.*, 2004, p.305). Estos esfuerzos pueden ser de compresión si el elemento de concreto se expande y de tracción si este se contrae, siendo este último el causante de grietas y fisuras cuando sobrepasan la capacidad resistente del concreto (Toirac, 2004, p.75). Las variaciones de volumen debido a la retracción del concreto, es decir por la pérdida de agua en las en las diferentes fases de la producción del concreto, y especialmente durante las primeras 24 o 48 horas de haberse producido, son una de las principales causas de la fisuración del concreto. Los gradientes de temperatura y humedad o efectos químicos propios del concreto de cemento hidráulico, dan lugar a diferentes tipos de retracción, a saber: plástica, autógena, por secado y por carbonatación.

La retracción plástica se produce en el hormigón fresco con la pérdida de agua por evaporación en su superficie después de ser colocado y antes de que se produzca el endurecimiento, es decir, cuando el hormigón se encuentra todavía en la fase plástica. Cuanta más agua se pierda por evaporación, mayor será la retracción y depende fundamentalmente de la temperatura del aire, la temperatura del concreto, la humedad relativa del aire y la velocidad del viento (Neville y Brooks, 2010, p. 233). La retracción plástica suele producirse si la velocidad de evaporación es superior a la velocidad a la que el agua sube a la superficie debido al sangrado (Kosmatka *et al.*, 2004, p.308).

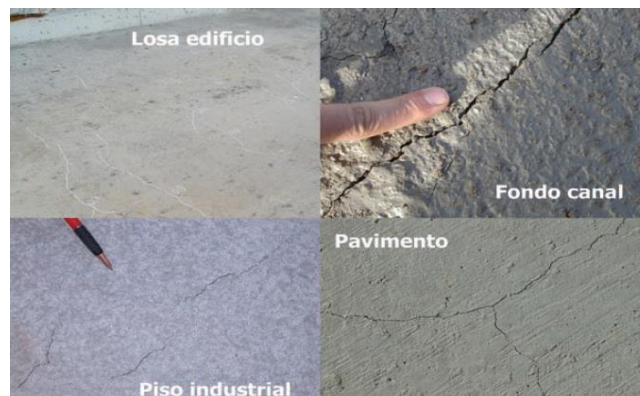


Figura 1. Fotografías de fisuras por contracción plástica en diferentes construcciones.

Fuente: Segerer, 2009.

La retracción autógena sucede por la reacción química entre el agua y el cemento, es decir, la hidratación, donde el agua pierde aproximadamente un 25% respecto de su volumen inicial en la formación de productos de hidratación, y si no logra ser compensada por fuentes externas da lugar a poros de vacíos en la matriz del concreto cuyas fuerzas capilares son capaces de generar retracción (Giani, Navarrete y Bustos, 2008, p. 64).

La contracción por secado, que comienza por la rápida evaporación del agua retenida por absorción en los poros capilares y luego del agua retenida por adsorción en los poros de gel, aquí sucede que las fuerzas electroquímicas que forman a los poros de gel, sumado a la tensión superficial del agua, provocan la atracción entre poros adyacentes y al final a una reducción de volumen del concreto (Maurello, Mondragón y Romero, 2020, p. 38). La contracción por secado, es causante de la aparición de fisuras en elementos de concreto y por lo general puede observarse en zonas cálidas y secas con un ambiente con baja humedad relativa (Azarhomayun, Haji, Kioumars, Shekarchi, 2022, p.1).

La retracción por carbonatación se produce como resultado de la reacción entre el hidróxido de calcio del hormigón y el CO₂ disponible en la atmósfera en presencia de humedad (Neville y Brooks, 2010). La formación de carbonato cálcico a través de la carbonatación conduce a la liberación de parte del agua que estaba contenida en la portlandita y otros hidratos, y da lugar a cambios en el volumen sólido total (von Greve-Dierfeld et al., 2020, p.3).

Los autores Mushtaq, Siddique, Goyal, Kaur (2021), manifiestan que existen varios parámetros que afectan a la tasa de retracción, estos incluyen los áridos, la relación agua-aglomerante, el tiempo de curado húmedo, las condiciones ambientales, los aditivos minerales, etc. Así, por ejemplo, se descubrió que los áridos también pueden contraerse y que, si lo hacen más que la pasta de cemento, entonces su uso aumenta la contracción en el hormigón; sin embargo, aquellos que se contraen comparativamente menos restringen la contracción del concreto. Asimismo, la relación agua/cemento influye de manera que cuando son valores bajos, disminuye la contracción por secado del hormigón, pudiendo deberse al hecho de que hay menos agua disponible para la evaporación al ambiente exterior, pero con valores

mayores, el concreto resultante tiene menor resistencia y menor módulo elástico, por lo que tiene mayor tendencia a la contracción. En otros casos, se ha observado que la retracción autógena aumenta cuando se reduce la relación agua/cemento, especialmente cuando este es inferior a 0,42, ya que interiormente la humedad relativa es menor al 80%. Los valores de contracción por secado del hormigón para una relación a/c fija y el mismo compuesto cementante disminuyen cuando se aumenta el período de curado húmedo. Además, se ha descubierto que el uso de aditivos minerales como el humo de sílice, la escoria granulada de alto horno y las cenizas volantes también pueden contribuir a la retracción por secado.

En esta investigación se aborda el empleo de polímeros super absorbentes, SAP por sus siglas en inglés (super absorbent polymers), son una clase de polímeros capaces de hincharse y absorber gran cantidad de agua (>20%) dentro de su estructura en un corto periodo de tiempo, y que están formados por una red de cadenas poliméricas naturales y/o sintéticas reticuladas que los hacen insolubles en agua (Ingle, Meshram, Kanade y Nandanwar, 2020, p. 8).

Los materiales superabsorbentes tienen una amplia gama de aplicaciones, se utilizan en productos para la higiene, agricultura, edafología, farmacia, medicina, construcción, etc. De acuerdo a (Zohuriaan-Mehr y Kabiri, 2008, p.454), la producción comercial de SAP comenzó en Japón en 1978 para su uso en compresas femeninas y pañales, años después, los SAP causaron una enorme revolución en la industria de la higiene personal y otras áreas especializadas.

Según el origen de las materias primas, los SAP se clasifican en sintéticos y naturales. Para Ingle *et al.* (2020, p. 8), aquellos de fuente sintética o petroquímica, son producidos principalmente con ácido acrílico y sus sales de sodio o potasio, y la acrilamida, por otro lado, los SAP de origen natural, son producidos a partir de proteínas y polisacáridos como la quitina, el almidón de celulosa y las gomas naturales. Los más utilizados comercialmente son los de origen sintético, siendo el poliacrilato el principal material utilizado en la industria SAP. Los poliacrilatos superabsorbentes se preparan polimerizando ácido acrílico con un agente reticulante. El mecanismo de actuación de los polímeros super absorbentes

comienza en el momento en que el agua entra en contacto con las partículas migrando rápidamente al interior de la cadena polimérica por ósmosis, donde se almacena. El tipo y el grado de las cadenas cruzadas rigen la capacidad del polímero super absorbente para absorber y retener grandes volúmenes de agua y soluciones acuosas.

De acuerdo al estado del arte, la dosis de SAP adicionado al concreto, se encuentran en un rango de 0.1 al 0.6% en peso de los materiales cementicios, su influencia en las propiedades del concreto depende del tamaño de las partículas, su capacidad de absorción y el estado en el que son introducidos al concreto (seco o pre-saturado).

Una de las primeras aplicaciones del SAP en el concreto fue en la promoción del autosellado, es decir como un nuevo aditivo que evita la filtración de agua a través de grietas, luego se popularizó la aplicación de SAP para el curado interno de hormigones alto rendimiento, y en las últimas décadas, los SAP han sido objeto de numerosos estudios como agentes para la reparación autógena o el curado interno que evitan la auto desecación y reducen los efectos de la contracción autógena y el agrietamiento por contracciones ambientales y de desecación, mostrándose así aplicaciones muy prometedoras en concretos y morteros.

Un pavimento es una estructura concebida para brindar condiciones óptimas para el tránsito vehicular y peatonal durante su vida de servicio. Los pavimentos rígidos están formados por una capa de rodadura de concreto de cemento Pórtland hidráulico asentado sobre una capa de material de subbase granular, y esta a su vez sobre el suelo de cimentación o sub rasante nivelada (Norma Técnica CE.010, 2016). La alta rigidez de la losa, absorbe la mayor parte de los esfuerzos producidos por las cargas, comparada con el material de soporte, presentando a la vez baja deformación (Menéndez, 2016).

A continuación, se detallan los **enfoques conceptuales** que se encuentran en el proyecto de investigación.

Diseño de mezcla: Es la aplicación técnica y práctica del conocimiento sobre los componentes del concreto y su forma de interactuar entre ellos, como resultado se deberá obtener un material acorde a las necesidades del proyecto constructivo, según plantea Pasquel (1998).

Trabajabilidad del concreto: Es una propiedad de la mezcla en estado fresco que define su habilidad para manipularlo, transportarlo, colocarlo y consolidarlo, sin que se presente segregación. Un aumento de la relación w/c indica un aumento de la trabajabilidad.

Peso unitario: Es el peso varillado del mismo, se expresa en kg/m³, y permite conocer si el concreto preparado es liviano, normal o pesado, también se utiliza para comprobar el rendimiento de la mezcla. El peso unitario del hormigón se ve afectado principalmente por la cantidad y peso unitario de los agregados.

Fraguado: Es el proceso por el que pasa una mezcla de hormigón, desde que es una mezcla líquida hasta que adquiere cierta rigidez (ASTM C 125, 2010). El tiempo de fraguado es el tiempo necesario para este proceso. Hay dos tiempos de fraguado: el inicial, que llega cuando la mezcla empieza a perder plasticidad y el final que es el momento donde la mezcla endurece lo suficiente para alcanzar la forma del molde en el que se vierte. Durante este periodo de tiempo casi se completa la reacción química primaria del cemento y el agua.

Resistencia a la compresión: Conocido como el esfuerzo máximo que tolera el concreto ante una carga axial, el ensayo de compresión de cilindros brinda información de su comportamiento ante cargas estáticas o aquellas que crecen gradualmente en el tiempo.

Módulo de rotura: Es una medida de la resistencia a la flexión por tracción del concreto. Para ello son necesarios ensayos de laboratorio y nos indica la resistencia para un determinado esfuerzo cuando el elemento llegará a su máximo estado de elasticidad y pasará al estado de falla.

Relación agua/cemento: Es la razón entre la cantidad efectiva de agua y la cantidad de materiales cementantes en masa del concreto fresco. El agua efectiva (agua de amasado) no incluye el agua absorbida o dosificada para ser absorbida por los áridos. Es el principal control del asentamiento, propiedades mecánicas, resistencia a la abrasión y la permeabilidad. Las relaciones agua-cemento más bajas producen un concreto más resistente y duradero.

Humedad relativa (HR): La humedad relativa es la cantidad de agua en forma de vapor. La HR en el concreto puede estar afectada por el agua de mezclado, la humedad relativa del ambiente, el curado húmedo del concreto, temperaturas frías, etc. La humedad elevada puede provocar diversos daños en el hormigón, como la delaminación y deterioro del material.

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018), definen a la investigación aplicada como aquella que, en base a la investigación básica o fundamental, se plantea problemas e hipótesis para resolver distintas problemáticas de la actividad humana. La producción de nuevo conocimiento en este tipo de investigación tiene fines prácticos basados en una fundamentación teórica (Quezada, Apolo y Delgado, 2018, p. 31).

Esta investigación es de tipo **aplicada**, por razones de que se emplearon métodos teorías y procedimientos para conocer las variaciones en el comportamiento del concreto con curado interno a base de polímeros super absorbentes para su posible aplicación en la construcción de obras de pavimentación en la ciudad de Puno, de manera que se plantee soluciones para mejorar los procesos de curado y a la aparición de fisuras por contracción plástica del concreto.

Diseño de investigación

La investigación experimental tiene como objetivo descubrir comportamientos de fenómenos, para mejorar el conocimiento sobre ellos y poder controlarlos, es así que se apoya en conocimientos validados anteriormente por medio de la experimentación, pero que, debido a nuevos descubrimientos en el área, surgen nuevas hipótesis y de corroborarse en los resultados, el anterior conocimiento queda invalidado (Cegarra, 2004).

El diseño experimental puro se caracteriza por existir grupos de comparación y equivalencia entre ellos. Dentro estos grupos existen aquellos con tratamiento experimental y otros que son de control. En el primer grupo existen una o más

variables independientes que son manipuladas para provocar un efecto que debe ser adecuadamente medible para ser válida y confiable (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). También debe existir una asignación aleatoria de los tratamientos a los grupos, el control total de la situación experimental y estar sujetos a la posibilidad de poder derivar conclusiones consistentes acerca de la efectividad de un tratamiento (validez interna), y establecer el alcance y extensión de los resultados (validez externa). A partir de estas definiciones, se sostiene que la presente investigación es de **diseño experimental puro**, ya que existen un grupo de control y varios grupos experimentales donde se aplicaran diferentes porcentajes de polímeros super absorbentes.

Enfoque de investigación

La investigación con enfoque cuantitativo estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas, para lo cual se vale de herramientas de medición y comparación, como la observación, el muestreo y la medición numérica; para la recolección de datos que luego se codifican, tabulan y analizan con el fin de establecer conclusiones con validez y confiabilidad (Palella y Martins, 2012).

La investigación cuantitativa, cuantifica el problema, recolecta y analiza datos utilizando medios informáticos, estadísticos y matemáticos, donde luego la hipótesis formulada previamente es probada o desmentida para buscar generalizar los resultados a una población mayor (Neill, Quezada y Arce, 2018)

Por tanto, se deduce que el **enfoque es cuantitativo**, ya que se caracteriza por emplear la observación, el muestreo, medición de las unidades de análisis, procesamiento de datos con software para la presentación de resultados según a cada objetivo planteado.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Polímeros super absorbentes.

- **Definición conceptual:** Los polímeros super absorbentes (SAP), son un tipo de polímero con elevadas propiedades de absorción y retención de agua o soluciones acuosas dentro de su estructura y están formados por una red de cadenas poliméricas naturales y/o sintéticas reticuladas, siendo los más comunes los poliacrilatos de sodio o potasio y la acrilamida (Ingle, Meshram, Kanade y Nandanwar, 2020).
- **Definición operacional:** La capacidad de un SAP para absorber grandes volúmenes de agua, hincharse para formar un gel insoluble y posteriormente liberarla al interior de la estructura del concreto para la hidratación del cemento portland cuando desciende la humedad interna, Es un componente importante para modificar y/o mejorar las propiedades plásticas y mecánicas del concreto.
- **Dimensión:** Dosificación del material, propiedades físicas
- **Indicador:** Porcentajes de adición 0.05%, 0.10% y 0.15%.
- **Escala de medición:** Razón.

Variable Dependiente: Concreto para fines de pavimentación.

- **Definición conceptual:** Es un concreto elaborado por cantidades adecuadas de agregados, agua y cemento Portland para ser colocado como superficie de rodadura, el cual debe resistir esfuerzos impuestos por cargas repetidas y erosión por altos volúmenes de tráfico (Norma Técnica CE.010, 2016).
- **Definición operacional:** Las propiedades del concreto se conocen a través de los ensayos de materiales en laboratorio, para lo cual existen guías o normas técnicas nacionales e internacionales para llevarlas a cabo.
- **Dimensión:** Propiedades del concreto fresco y endurecido.
- **Indicador:** Asentamiento, peso unitario, retracción plástica del concreto, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.
- **Escala de medición:** Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Según Palella y Martins (2012), la población representa un conjunto compuesto por la totalidad de los elementos que se van a investigar, pudiendo ser personas, países, empresas, etc., y sobre las cuales se van a establecer conclusiones (p. 105).

En esta investigación la población está conformada por 52 especímenes de concreto con resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm² elaborado en la ciudad de Puno.

Muestra

La muestra es un subgrupo de la población que tiene representatividad de ella y, por tanto, cada resultado obtenido de la investigación, podrá ser generalizado para aplicarse a todos los aspectos de la población (Hernández *et al.*, 2014).

La muestra de esta investigación está definida por 52 especímenes de concreto, de los cuales 36 fueron sometidos a ensayos de resistencia a compresión, 12 a resistencia a flexión y 4 para el ensayo de contracción plástica del concreto.

En las siguientes tablas, se describe la distribución de muestras para los fines investigativos:

Tabla 1. *Distribución de muestras de probetas cilíndricas de concreto.*

Actividad	Adición del polímero super absorbente			
	0%	0.05%	0.1%	0.15%
Ensayo de resistencia a la compresión (7,14 y 28 días de edad)	9	9	9	9
Sub total	9	9	9	9
Total	36			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Distribución de probetas prismáticas de concreto.

Actividad	Adición del polímero super absorbente			
	0%	0.05%	0.1%	0.15%
Ensayo de resistencia a la flexión (28 días de edad)	3	3	3	3
Sub total	3	3	3	3
Total	12			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Distribución de muestras de losas de concreto para evaluar el agrietamiento por contracción plástica ASTM C1579.

Actividad	Adición del polímero super absorbente			
	0%	0.05%	0.10%	0.15%
Método de prueba estándar para evaluar el agrietamiento por contracción plástica ASTM C1579	1	1	1	1
Sub total	1	1	1	1
Total	4			

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo

Se refiere a los mecanismos necesarios para la selección de unidades de estudio que conforman la muestra, y esencialmente existen dos formas: el muestreo probabilístico o aleatorio y no probabilístico (Ñaupas *et al.*, 2018, p.363).

La investigación contempla un muestreo **no probabilístico** debido a que el investigador empleara los criterios propios para definir la muestra.

Unidad de análisis:

Está conformada por una probeta de concreto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Se entiende a estas técnicas, como las diversas formas de adquirir o extraer la información y el acopio de datos durante el trabajo de campo en la investigación (Palella y Martins, 2012).

Las técnicas empleadas en el presente estudio están definidas por el análisis documental y la observación participante y/o no participante. En el primer caso los conocimientos existentes servirán para exponer la fase de resultados, y en el segundo, se evaluará de forma objetiva los efectos de los polímeros super absorbentes en el concreto.

Instrumentos de recolección de datos

En concordancia a Hernández *et al.* (2014), cuando se habla de instrumentos, se refiere a los medios con los que se recogen los datos y la información esencial para el posterior análisis y descubrimiento del objetivo propuesto, para lo cual, los instrumentos deben reunir requisitos como la confiabilidad (producir resultados iguales en cada aplicación), validez (medir lo que pretende para representar las variables) y objetividad (evitar la influencia de las tendencias del investigador).

Los instrumentos a emplearse en el desarrollo de la investigación son fichas de recolección de datos, equipos de laboratorio, herramientas para el procesamiento de datos (Microsoft Excel) y herramientas para el contraste de hipótesis (Software SPSS Versión 26).

3.5. Procedimientos

Los procedimientos corresponden a ciertos pasos por los cuales se tiene que seguir al momento de ejecutar cualquier proyecto, en ella se definen específica

o genéricamente las actividades o procesos que se requieran realizar. Esta investigación desarrolla su proceso de la siguiente manera:

Primero: Se recolectarán las muestras de agregado grueso (piedra chancada) y arena de la cantera Laraqueri, posteriormente se determinará sus propiedades físicas mediante ensayos de laboratorio.

Segundo: Se llevará a cabo la caracterización y prueba de absorción de los polímeros super absorbentes en agua potable, los cuales se adicionarán al concreto en porcentajes de 0%, 0.05%, 0.1% y 0.15% del peso del cemento.

Tercero: Se hará el diseño de mezclas de concreto por el Método ACI 211.1 con una resistencia de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ del concreto. La dosificación será la misma tanto para las unidades de estudio de referencia o control y para las que se adicionará polímeros superabsorbentes pre-saturados en agua.

Cuarto: Se realizará la mezcla de concreto y las pruebas de asentamiento y peso unitario del concreto fresco, posterior a ello, se hará el moldeo de probetas cilíndricas y prismáticas, así como el curado en agua pasadas las 24 ± 8 horas después de la fabricación de los testigos.

Quinto: Las unidades de análisis se someterán a pruebas de resistencia a compresión (7, 14 y 28 días); y de resistencia a flexión (28 días de edad).

Sexto: Se realizará el armado o fabricación de una cámara ambiental con sensores de humedad, temperatura y velocidad del viento y se fabricará moldes para las losas según la Norma ASTM C1579.

Séptimo: Se verificará el funcionamiento de la cámara y luego se ejecutará el ensayo propiamente para cada porcentaje de adición de SAP.

3.6. Método de análisis de datos

Se analizarán los resultados de laboratorio plasmados en formatos estandarizados (NTP y ASTM) sobre las muestras de concreto adicionado con distintas cantidades de polímeros super absorbentes en los grupos

experimentales y de las muestras de referencia a fin de ser comparados en gráficos y tablas elaborados en Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación ha sido ejecutada bajo los principios impartidos en el Código Nacional de Integridad Científica del CONCYTEC y el Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, aprobado con Resolución N° 0126-2017/UCV de fecha 23 de mayo de 2017. Por tanto, el investigador cumplió con los aspectos de responsabilidad, honestidad, objetividad, imparcialidad, veracidad, justicia y transparencia tanto en las fases de formulación, ejecución de la investigación científica y la comunicación de los resultados.

Se asegura que el desarrollo de la tesis de investigación se realizó obedeciendo a las solicitudes de legalidad, éticas y de seguridad, siguiendo una metodología y criterios establecidos para mostrar la evidencia científica hallada.

Además, el investigador respeta a los derechos de autoría intelectual de las obras de los investigadores consultados, ya sean libros, normas, tesis, artículos científicos, etcétera; citándoles de manera correcta de acuerdo a los estándares de publicación internacional exigidos por la Universidad César Vallejo.

es mínima después del mediodía, ya que es cuando se presentan las temperaturas más altas. Respecto a la velocidad media del viento, los valores más altos se registran de junio a octubre, con velocidades promedio de hasta 4,0 m/s y en agosto ocurren los de mayor velocidad en gran parte de la región. El promedio multianual tiene variaciones donde a las 7 a. m., la velocidad tiene valores entre 0 a 1,3 m/s, luego se incrementa a las 1 p.m., con 4 m/s en promedio; y a las 7 p.m. con velocidades de 2,7 m/s.

Caracterización de los materiales para la mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$:

Las características y parámetros físicos de los componentes de la mezcla de concreto, se describen a continuación:

Agregado grueso: Piedra chancada de tamaño máximo nominal de 1" y Huso 56, procedente de una planta chancadora que se encuentra a cinco kilómetros al sur del distrito de Acora en la vía Puno-Ilave. Esta empresa extrae el canto rodado de río de la cantera Laraqueri, el cual está ubicado en el distrito de Pichacani.

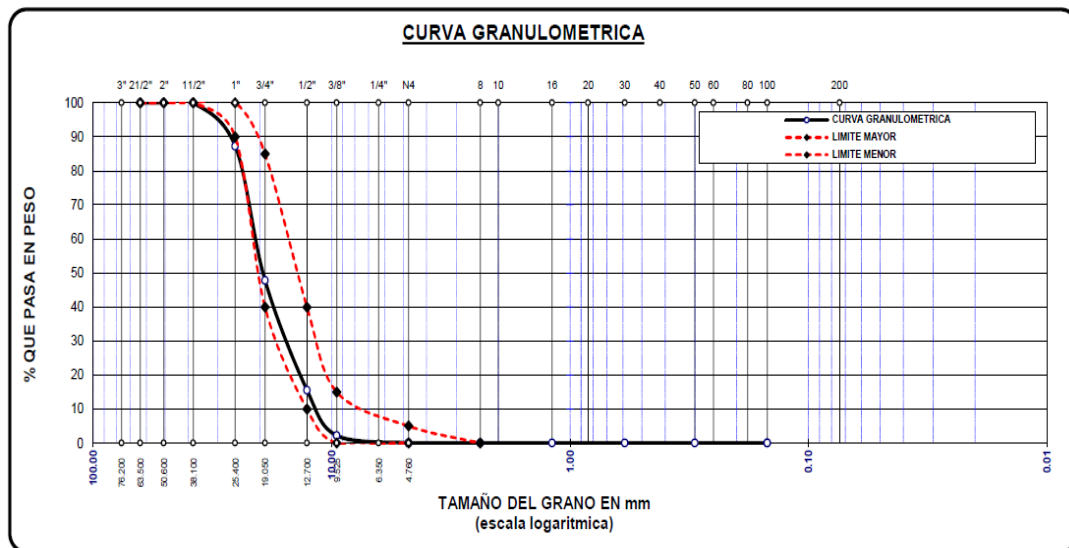


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Ensayos de laboratorio.

El agregado fino: Arena de río, proveniente de un depósito de agregados ubicado en el desvío a Jayllihuaya de la ciudad de Puno, cuya procedencia también es de la cantera Laraqueri.

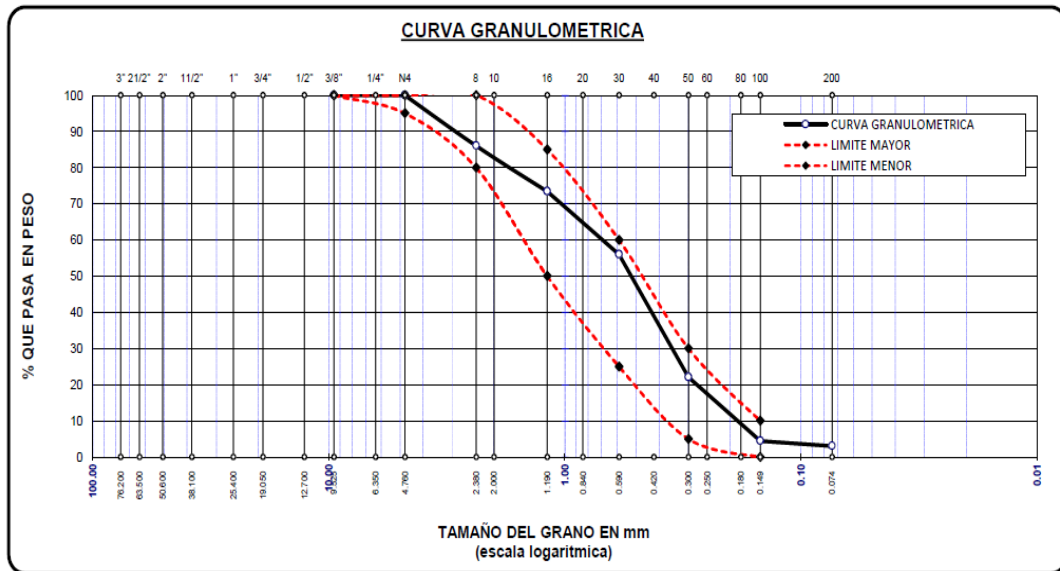


Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Ensayos de laboratorio.

Las curvas granulométricas de los agregados finos y gruesos encuentran dentro de los requerimientos de granulometría señalados por la norma ASTM C33, para usarse en el concreto.

Para conocer las propiedades de los áridos, se ejecutaron los ensayos respectivos en un laboratorio de concreto, cuyos resultados son:

Tabla 4. Propiedades físicas de los agregados.

Descripción	Unid.	Agregado grueso	Agregado fino
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2,568.00	2,230.00
Peso unitario suelto	kg/m ³	1439	1546
Peso unitario varillado	kg/m ³	1522	1640
Absorción	%	2.16	3.54
Contenido de humedad natural	%	0.81	6.22
Módulo de fineza	-	7.5	2.579
Tamaño máximo nominal	Pulg.	1"	-

Fuente: Ensayos de laboratorio.

Cemento Portland: De la marca Yura tipo HE con peso específico de 2.94 gr/cm³. Este cemento cumple por lo especificado en la NTP 334.082.

Agua: Se usó agua potable suministrada por la empresa EMSAPUNO S.A.

Polímeros super absorbentes (SAP): El tipo de SAP empleado se definió en base al estado del arte, puesto que, en muchas investigaciones, la naturaleza química de los SAP utilizados, se especifican como poliacrilatos de sodio o potasio, siendo el ácido acrílico y la acrilamida los monómeros más importantes a lo largo de sus principales cadenas. Por lo tanto, se adquirió polímeros super absorbentes formados a base de copolímeros de acrilamida y acrilato de potasio reticulado, los cuales se aprecian en la siguiente imagen:



Figura 5. Polímeros super absorbentes utilizados en la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, en la Tabla 5, se detalla las principales propiedades de los polímeros super absorbentes:

Tabla 5. Información sobre las propiedades físicas y químicas de los SAP.

Propiedades	Descripción técnica
Nombre químico	Copolímero de acrilamida y acrilato de potasio reticulado

Aspecto	Sólido granular, blanco
Olor	Ninguno
pH	5-8 @ 5 g/L
Densidad relativa	0.6-0.9
Absorción en agua	200-400 gr/gr
Viscosidad	No aplicable
Solubilidad	Insoluble en agua
Estabilidad química	Estable en condiciones normales
Acrilamida residual	0-199 ppm
Temperatura de descomposición	>150°C
Degradación	Degradable
Corrosión/irritación cutánea	No irritante

Fuente: Ficha Técnica del producto.

Se realizó el tamizado de las partículas del producto para obtener tamaños menores a 1mm, ya que esta venia con más del 40% de granos entre 0.5 mm y 3.5 mm en estado seco pero que en estado saturado alcanzaban tamaños de hasta 9 mm, lo cual no es conveniente ya que generaría poros más grandes en el concreto. Posterior a ello, se determinó la absorción de las partículas de SAP en agua potable por medio de ensayos de laboratorio en un tiempo de 30 minutos, los cuales se resumen en la tabla que sigue.

Tabla 6. *Distribución, forma y absorción de las partículas de SAP utilizados en la investigación.*

Tamaño de partículas	Forma	Absorción
50-840 µm	Angular	50g/g

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm² por el método ACI 211.1:

El procedimiento correspondiente al diseño de mezcla del concreto, se desarrolla a continuación:

1) Selección de la resistencia promedio requerida:

Debido a que no se cuenta con datos estadísticos de mezclas en las que se hayan empleado materiales y requerimientos similares, se emplea el criterio de la

Tabla 7.

Tabla 7. Resistencia promedio

f'c	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210-350	f'c + 84
> 350	f'c + 98

Fuente: Ríos y Navarro (2022, p. 32)

Para una resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, se considerará un factor de +84, resultando así el $f'cr = 364 \text{ Kg/cm}^2$.

2) Selección del TMN del agregado grueso

De acuerdo al análisis granulométrico, el TMN es de 1" (25.40mm), ya que es el que retiene entre el 5 y 15% de la masa.

3) Elección del asentamiento o consistencia

Se ha considerado tener un grado de trabajabilidad media, para tal sentido se optó por una consistencia de 3" a 4" (76,2 mm a 101,6 mm).

4) Selección del volumen unitario de agua

De la Tabla 8, se deduce la cantidad de agua en litros por metro cúbico a considerarse según el asentamiento elegido de 3" a 4" y TMN del agregado grueso de 1", considerando además que no se tendrá aire incorporado en el diseño.

Tabla 8. Cantidad de agua requerida para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados.

Agua en l/m3 para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia adecuado								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124

Fuente: Ríos y Navarro (2022, p. 33)

Entonces el volumen unitario de agua es 193 l/m3.

5) Selección del contenido de aire

Este valor es estimado con la Tabla 9, teniendo como dato de entrada el TMN del agregado grueso de 1". Donde el volumen de aire atrapado es igual a 1.5%

Tabla 9. Aire naturalmente atrapado -Comité 211 del ACI

TMN del agregado grueso	Aire Atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5

Fuente: Ríos y Navarro (2022, p. 33)

6) Relación agua/cemento

La relación a/c se determinada por resistencia, se calcula con la Tabla 10.

Tabla 10. Relación agua/cemento para concreto

f'cr (kg/cm2)	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
350	0.48	0.46
z400	0.43	0.4

Fuente: Ríos y Navarro (2022, p. 33)

Haciendo la interpolación para f'cr=364 kg/cm2 mediante la fórmula:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1) + y_1$$

$$\begin{aligned}
 x &= 364.00 \text{ f'cr} \\
 x_1 &= 350 \\
 x_2 &= 400 \\
 y_1 &= 0.48 \\
 y_2 &= 0.43 \\
 y &= 0.466 \text{ a/c}
 \end{aligned}$$

Relación a/c= 0.466

7) Cálculo del contenido de cemento:

Posteriormente, se calcula el requerimiento de cemento mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cemento (kg)} = \frac{\text{Agua}}{\text{Relación a/c}}$$

$$\text{Cemento (kg)} = \frac{193}{0.47} = 414.16 \text{ kg}$$

$$\text{Factor cemento} = \frac{414.16}{42.5} = 9.7 \text{ bolsas}$$

8) Estimación del peso del agregado grueso:

El peso del agregado grueso es igual al peso unitario varillado por el factor determinado según la Tabla 11.

Tabla 11. Factor de volumen del agregado grueso para diversos MF del fino.

TMN de Ag. Grueso	Volumen de ag. grueso por und. de vol. del concreto para diversos MF del fino	
	2.4	2.6
3/8"	0.5	0.48
1/2"	0.59	0.57
3/4"	0.66	0.64
1"	0.71	0.69

Fuente: Ríos y Navarro (2022, p. 34)

Haciendo la interpolación para el TMN de 1" y MF Ag. Fino=2.579, de acuerdo a la fórmula:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1) + y_1$$

$$\begin{aligned} x &= 2.579 \\ x_1 &= 2.4 \\ x_2 &= 2.6 \\ y_1 &= 0.71 \\ y_2 &= 0.69 \\ y &= 0.692 \end{aligned}$$

El factor volumen del agregado grueso es: 0.692 m3.

Para determinar su peso realizamos la siguiente operación:

$$\begin{aligned} \text{Peso Agregado grueso} &= \text{Vol. Ag Grueso} \times \text{P.U.C Ag. Grueso} \\ \text{P.U.C. agregado grueso} &= 1522 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Peso Agregado grueso} &= \mathbf{1053.22 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$

9) Determinación de volúmenes absolutos de los componentes

Es necesario hallar la sumatoria de los volúmenes absolutos de los componentes del concreto ya determinados hasta este paso, para conocer el volumen del fino.

Tabla 12. *Volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.*

	Peso por m3 de concreto	Peso específico	Volúmenes absolutos
Cemento	414.2 kg	2940 kg/m3	0.141 m3
Agua	193 litros	1000 l/m3	0.193 m3
Aire	1.5 %	-	0.015 m3
Agregado grueso	1053.2 kg	2570 kg/m3	0.410 m3
		Sumatoria=	0.759 m3

Fuente: Elaboración propia.

10) Determinación del volumen absoluto del agregado fino

Es igual a la resta de 1 m³ menos la sumatoria de los volúmenes absolutos de la Tabla 12, por tanto, el vol. Ag. fino es igual a 0.241 m³

11) Cálculo del peso seco del agregado fino

Para conocer el peso del agregado fino por m³ de concreto, se realiza la siguiente operación:

$$\begin{aligned}\text{Peso Ag. Fino} &= \text{Vol Ag. Fino} \times \text{P.e. Ag. Fino} \\ \text{P.e. Ag. Fino} &= 2230 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Peso Agregado fino} &= 537.43 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

12) Valores de diseño de la mezcla de concreto en estado seco:

A continuación, se presenta los pesos por m³ de concreto en estado seco:

Tabla 13. Dosificación en peso seco por m³ de concreto (kg).

	Cantidad	Unidad	Proporción en volumen
Cemento	414.2	kg/m ³ C ^o	1.0
Agua	193	l/m ³ C ^o	0.5
Agregado fino seco	537.4	kg/m ³ C ^o	1.3
Agregado grueso seco	1053.2	kg/m ³ C ^o	2.5
Aire	1.5	%	--

Fuente: Elaboración propia.

13) Corrección por humedad de los agregados

Tabla 14. Valores de contenido de humedad y absorción de los agregados.

	Ag. Fino	Ag. Grueso
Cont. Humedad (%)	6.22	0.81
Absorción (%)	3.54	2.16

Fuente: Tabla 4.

Pesos húmedos de los agregados= Peso seco x contenido de humedad

Ag Fino = 570.9 kg/m³
 Ag. Grueso = 1061.8 kg/m³

Humedad superficial= Contenido de humedad - Absorción

Ag Fino = 2.68 %
 Ag. Grueso = -1.35 %

Aporte de humedad de los agregados = Peso seco x humedad superficial

Ag Fino = 14.4 l/m³C°
 Ag. Grueso = -14.2 l/m³C°
 Suma = **0.20 l/m³**

Finalmente, se tiene los pesos húmedos por m³ de concreto
 f'_c=280kg/cm²:

Tabla 15. Dosificación en peso húmedo por m³ de concreto (kg).

	Cantidad	Unidad	Proporción en volumen
Cemento	414.2	kg/m ³ C°	1.0
Agua	192.8	l/m ³ C°	0.5
Agregado fino húmedo	570.9	kg/m ³ C°	1.4
Agregado grueso húmedo	1061.7	kg/m ³ C°	2.6
Aire	1.5	%	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Dosificación por bolsa de cemento

	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg
Agua	19.78	kg
Agregado fino húmedo	58.57	kg
Agregado grueso húmedo	108.94	kg
Aire	1.5	%

Fuente: Elaboración propia.

□ Adición de polímeros super absorbentes:

En la presente investigación, se optó por añadir los polímeros super absorbentes previamente saturados en agua potable por un tiempo de 30

minutos, donde se empleó 50 gramos de agua por gramo de SAP y en tres dosificaciones distintas en peso del cemento: 0.05%, 0.10% y 0.15%. La dosificación para cada diseño se presenta seguidamente:

Tabla 17. *Proporciones de mezcla para el concreto de referencia y con adiciones de SAP (kg/m³).*

Diseño	a/c	Cemento (kg)	SAP (kg)	Agua (kg)	Agua de curado interno (kg)	Arena (kg)	Agregado grueso (kg)
CR	0.466	414.2	-	192.8	0	570.9	1061.7
CSAP 0.05%	0.466	414.2	0.2071	192.8	10.36	570.9	1061.7
CSAP 0.10%	0.466	414.2	0.4142	192.8	20.71	570.9	1061.7
CSAP 0.15%	0.466	414.2	0.6213	192.8	31.07	570.9	1061.7

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 17, las proporciones de materiales para las mezclas de concreto de referencia y con adiciones de polímeros super absorbentes no difieren en la cantidad de agua de amasado, si no en la cantidad de agua de curado interno proporcionado por los SAP, donde por cada 0.05% de polímeros hay un aporte de 10.36 litros de agua en 1m³ de concreto.

Elaboración de probetas de estudio: En la preparación y proceso de curado de briquetas y de vigas, se tomó en cuenta los procedimientos de las Normas NTP 339.033 y ASTM C31.

Procedimiento:

Previo a la preparación del concreto, es fundamental realizar los ajustes por el contenido de humedad de los agregados. Luego, se pesaron cada uno de los materiales según la dosificación obtenida y se preparó los polímeros super absorbentes saturándolos en agua por 30 minutos previos.

Se empezó humedeciendo la mezcladora mecánica para luego iniciar la rotación del equipo y mezclar los materiales en el siguiente orden: primero un aproximado del 50% de agua, los agregados gruesos y finos durante 1 minuto, seguidamente se adicionó el cemento y el restante de agua para el mezclado por 2 minutos adicionales. Se suspendió el proceso para dejarlo en reposo por 3 minutos, finalmente, se reinició el mezclado por 1 minuto más.

Para el caso de las mezclas con adición de SAP, estos fueron añadidos en la primera etapa después de los agregados, donde se amplió el tiempo de mezclado por 2 minutos para su distribución uniforme en la mezcla, posteriormente se añadió el cemento y el restante de agua.

Cuando la mezcla estuvo lista, se realizó el vertido en una carretilla para continuar con los ensayos de asentamiento y peso unitario. Posteriormente se elaboración las probetas que son testigos cilíndricos de 4"x8" y vigas de 0.36 x 0.10 x0.10 m.

Resultados de las propiedades físicas del concreto en estado fresco:

Las propiedades en estado fresco incluyen el asentamiento inicial y el peso unitario.

Ensayo de asentamiento:

El método de ensayo para evaluar el asentamiento del concreto, está especificado en la NTP339.035 y ASTM C-143. Para empezar el procedimiento, el cono de Abrams debe estar humedecido previamente, luego se debe depositar la mezcla en tres capas y siendo compactadas con 25 golpes en forma de espiral por medio de una varilla de acero de 5/8" de punta cilíndrica. Cuando se completa el procedimiento, se retira el cono y de forma invertida se lo coloca próximo a la mezcla para medir el asentamiento que es un indicador de la consistencia y fluidez. En la siguiente tabla se resume los resultados del ensayo.

Tabla 18. Asentamiento de las mezclas de concreto.

Diseño	Fecha de moldeo	Slump			% de variación
		cm	prom.	Pulg.	
CR_0% SAP	20/01/2023	8.0	7.8	3.1	--
		7.8			
		7.6			
CSAP 0.05%	21/01/2023	8.7	8.7	3.4	11.1%
		8.8			
		8.5			
CSAP 0.10%	21/01/2023	10.0	9.7	3.8	24.8%
		9.8			
		9.4			
CSAP 0.15%	21/01/2023	11.1	11.4	4.5	46.6%
		11.7			
		11.5			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18, se observa que existe un incremento proporcional a la dosis de polímeros super absorbentes respecto al concreto de referencia, el cual tuvo un Slump promedio de 3.1”, por tanto se encuentra dentro del rango de 3” a 4” según el diseño de mezclas realizado. Respecto a los concretos con dosis de 0.05%, 0.10% y 0.15% de SAP, se obtuvo asentamientos de 3.4”, 3.8” y 4.5” respectivamente, su incremento porcentual fue de 11.1%, 24.8% y 46.6%.

Ensayo de peso unitario:

El método de ensayo se detalla en las normas NTP339.046 y ASTM C 138. Donde el primer paso es calcular el peso y el volumen del recipiente donde se depositará la mezcla en tres capas de volúmenes iguales, compactados de manera uniforme con una varilla por 25 veces. Luego se hace uso de un martillo de goma para golpear exteriormente de 10 a 15 golpes por cada capa. Finalmente, se enrasa la superficie, se limpia el exterior y se pesa. Los resultados del ensayo fueron los siguientes:

Tabla 19. Resultados del ensayo de peso unitario del concreto fresco.

Diseño	Peso Registrado (kg)	Volumen recipiente (m3)	Peso Unitario (kg/m3)	Peso unitario prom.	% Variación
CR	15.930	0.00695	2290.67	2290.96	-
	15.942		2292.40		
	15.924		2289.81		
CSAP-0.05%	15.955	0.00695	2294.27	2294.75	0.17%
	15.963		2295.42		
	15.957		2294.56		
CSAP-0.10%	15.999	0.00695	2300.60	2300.45	0.41%
	15.994		2299.88		
	16.001		2300.88		
CSAP-0.15%	16.047	0.00695	2307.50	2308.27	0.76%
	16.058		2309.08		
	16.052		2308.22		

Fuente: Elaboración propia.

Según a lo mostrado en la Tabla 19, el concreto de referencia tiene un peso unitario de 2290.96 kg/m3 y la adición de SAP a la mezcla de concreto ha causado un ligero incremento en esta propiedad, así se observa que para la dosis de 0.05%, hay

0.17% de incremento en el peso unitario al tener un valor promedio de 2294.75 kg/m³, para el 0.10%, se observa que tuvo un valor de 2300.45 kg/m³ y para el 0.15%, un valor de 2308.27 kg/m³, siendo este último el que mayor incremento tuvo.

Ensayo de resistencia a compresión:

Luego de que las briquetas de concreto fueran curadas por inmersión en una poza, fueron ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días siguiendo el procedimiento de las normas NTP 339.034 y ASTM C 39, para lo cual previamente, se pesaron y se tomaron medidas del diámetro y altura de los testigos. Cabe mencionar que la velocidad de carga promedio de la máquina para la rotura de testigos fue de 0.25 Mpa/seg, registrándose la máxima carga. Los resultados de esta prueba se detallan como sigue:

Tabla 20. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a 7 días de edad, $f'_c=280$ kg/cm².

N°	Identificación	Área neta (mm ²)	Carga aplicada (KN)	Resistencia a compresión		Promedio (kg/cm ²)	%
				(Mpa)	(kg/cm ²)		
1	CR_1	8034.07	157.55	19.55	199.37	204.73	73.1%
2	CR_2	8042.02	164.82	20.43	208.35		
3	CR_3	7882.28	160.03	20.25	206.48		
4	CSAP 0.05%_1	8062.16	160.19	19.81	202.00	201.23	71.9%
5	CSAP 0.05%_2	7918.52	157.84	19.88	202.70		
6	CSAP 0.05%_3	8086.59	158.27	19.51	199.00		
7	CSAP 0.10%_1	7939.03	157.48	19.78	201.74	195.98	70.0%
8	CSAP 0.10%_2	8007.09	150.19	18.71	190.77		
9	CSAP 0.10%_3	8137.67	156.43	19.17	195.44		
10	CSAP 0.15%_1	7978.56	145.64	18.20	185.63	184.83	66.0%
11	CSAP 0.15%_2	8072.25	151.14	18.66	190.33		
12	CSAP 0.15%_3	8024.54	140.91	17.51	178.54		

Fuente: Realización propia.

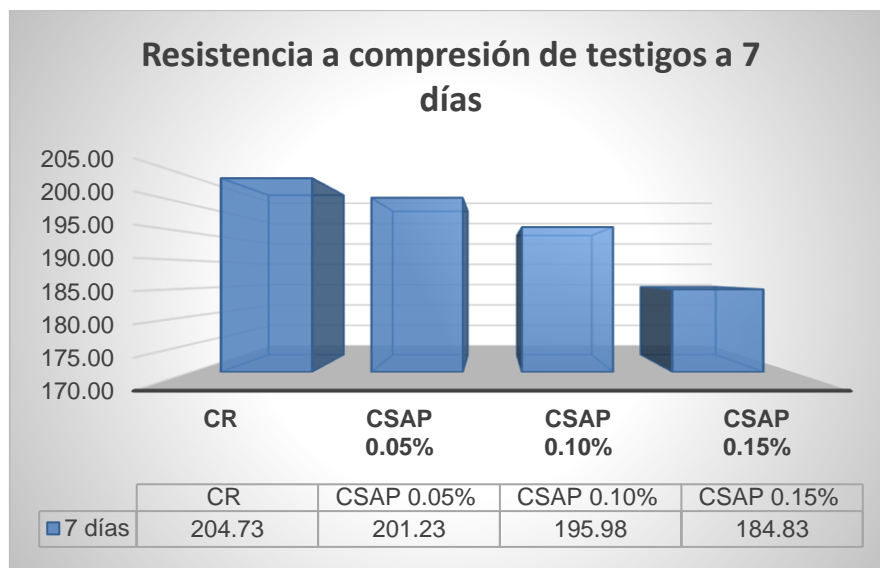


Figura 6. Desarrollo de resistencia a la compresión de muestras de concreto a 7 días de edad.

Fuente: Realización propia.

Se observa que a la edad de 7 días el concreto de referencia o patrón alcanzó una resistencia promedio de 204.73 kg/cm² que equivale al 73.1% de la resistencia diseñada. Las muestras con incorporación de polímeros super absorbentes obtuvieron resistencias menores y la diferencia se incrementa con el aumento de los porcentajes adicionados, así el concreto con 0.05% de SAP llegó a obtener una resistencia de 201.23 kg/cm², con 0.10% de SAP una resistencia de 195.98 kg/cm² y con 0.15% de SAP una resistencia de 184.83 kg/cm².

Tabla 21. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a los 14 días de edad, $f'c=280$ kg/cm².

N°	Identificación	Área neta (mm ²)	Carga aplicada (KN)	Resistencia a compresión		Promedio (kg/cm ²)	%
				(Mpa)	(kg/cm ²)		
1	CR_4	8045.20	189.43	23.48	239.41	241.78	86.4%
2	CR_5	8042.02	190.51	23.62	240.86		
3	CR_6	8043.61	193.92	24.03	245.07		
4	CSAP 0.05%_4	7943.77	192.65	24.19	246.67	245.92	87.8%
5	CSAP 0.05%_5	7995.99	188.59	23.52	239.85		
6	CSAP 0.05%_6	7920.09	195.65	24.64	251.24		
7	CSAP 0.10%_4	8108.92	193.55	23.79	242.64	244.69	87.4%
8	CSAP 0.10%_5	7969.07	189.61	23.73	241.98		

9	CSAP 0.10%_6	8073.84	198.09	24.46	249.45		
10	CSAP 0.15%_4	8131.28	182.37	22.36	227.97	234.11	83.6%
11	CSAP 0.15%_5	8030.90	192.74	23.92	243.96		
12	CSAP 0.15%_6	8200.15	185.93	22.59	230.39		

Fuente: Realización propia.

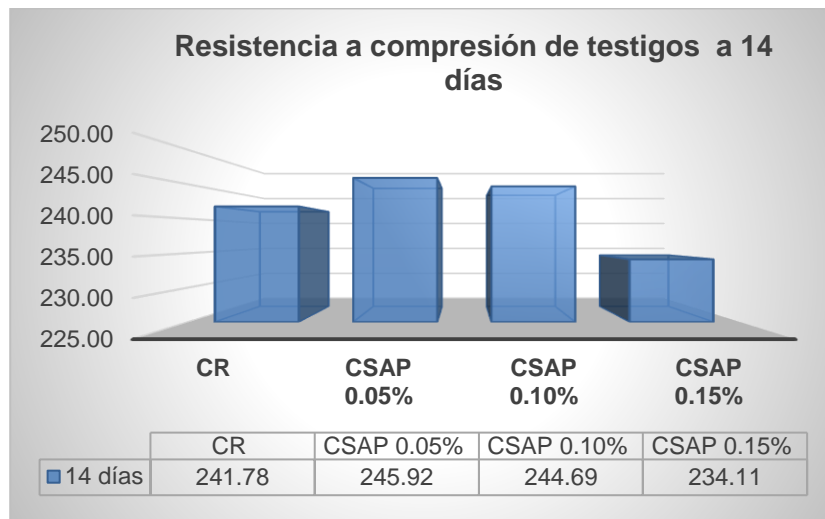


Figura 7. Resistencia a la compresión de muestras de concreto a 14 días de edad.

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 21, se observa que a 14 días el concreto de referencia alcanzó una resistencia promedio de 241.78 kg/cm², que corresponde al 86.4% de la resistencia de diseño, en el caso de las adiciones de 0.05% y 0.10% de SAP, tuvieron un aporte positivo ya que superaron al concreto de referencia con valores de 245.92 kg/cm² y 244.69 kg/cm². Para el caso del porcentaje mayor de adición que es 0.15% de SAP, se evidenció un crecimiento más lento de la resistencia llegando a un valor de 234.11 kg/cm².

Tabla 22. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a los 28 días de edad, $f'c=280$ kg/cm².

N°	Identificación	Área neta (mm ²)	Carga aplicada (KN)	Resistencia a compresión		Promedio (kg/cm ²)	%
				(Mpa)	(kg/cm ²)		
1	CR_7	7970.65	223.81	28.00	285.49	283.82	101.4%
2	CR_8	8062.70	225.15	27.84	283.89		
3	CR_9	7999.16	221.93	27.66	282.08		
4	CSAP 0.05%_7	8042.02	229.61	28.47	290.32	288.71	103.1%
5	CSAP 0.05%_8	8121.69	233.05	28.61	291.70		

6	CSAP 0.05%_9	8128.08	227.15	27.86	284.12		
7	CSAP 0.10%_7	8034.07	240.10	29.80	303.86	298.50	106.6%
8	CSAP 0.10%_8	7984.90	234.13	29.24	298.15		
9	CSAP 0.10%_9	8084.99	233.46	28.78	293.50		
10	CSAP 0.15%_7	8002.33	231.67	28.87	294.41	290.65	103.8%
11	CSAP 0.15%_8	7973.82	229.41	28.69	292.55		
12	CSAP 0.15%_9	8080.21	226.51	27.95	285.00		

Fuente: Realización propia.

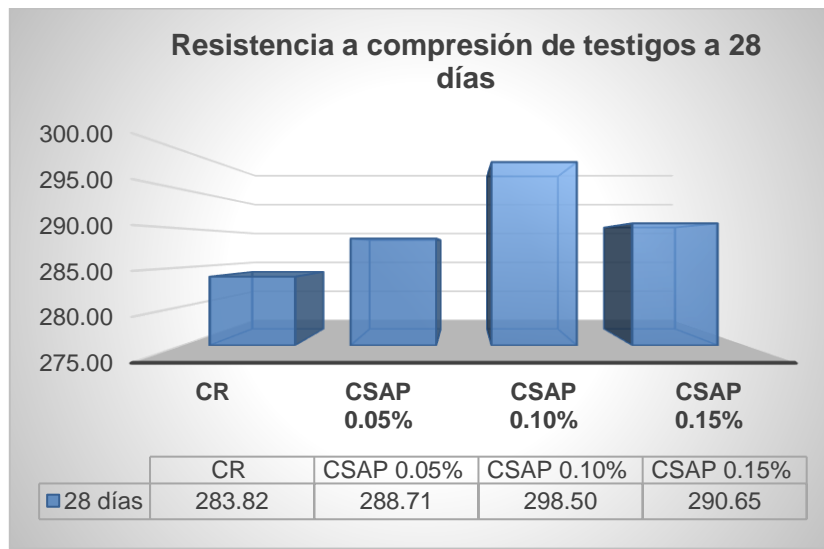


Figura 8. Resistencia a la compresión de muestras de concreto a 28 días de edad.

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 22, a la edad de 28 días el concreto de referencia obtuvo una resistencia promedio de 283.82 kg/cm² equivalente al 101.4% de la resistencia de diseño. Respecto a las muestras con adiciones de polímeros super absorbentes, mostraron una mejora en la resistencia a compresión, superando en todos los casos a las muestras de referencia. Para el caso del porcentaje de 0.05, llegó a una resistencia de 288.71 kg/cm², con el 0.10% de SAP alcanzó 298.50 kg/cm² y con el 0.15% de SAP, a un valor de 290.65 kg/cm². De esta manera se determinó que la dosis de aplicación más óptima de SAP es de 0.10% en peso del cemento ya que incremento la resistencia en 5.3%.

En la Tabla 23, se resume los valores de resistencias a la compresión alcanzadas por las unidades de estudio a las edades de 7, 14 y 28 días y su porcentaje de variación respecto a las muestras de referencia.

Tabla 23. Resumen de resultados de resistencia a la compresión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adiciones de SAP.

	$f'c$ (kg/cm ²)			% de variación		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CR	204.73	241.78	283.82	--	--	--
CSAP 0.05%	201.23	245.92	288.71	-1.3%	1.5%	1.7%
CSAP 0.10%	195.98	244.69	298.50	-3.1%	1.0%	5.2%
CSAP 0.15%	184.83	234.11	290.65	-7.1%	-2.7%	2.4%

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 23, se observa que las resistencias a la compresión del diseño con adiciones de SAP tienen efectos negativos o poco favorables a edades tempranas y a medida que mayor es la cantidad adicionada; mayor es el efecto adverso; pero hacia los 28 días se observa una variación positiva, siendo la dosis del 0.10% la que obtuvo un mejor desempeño para el curado interno del concreto de $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.

En la Figura 9, se observa las curvas resultantes de la relación resistencia-edad de curado de las mezclas de concreto control y con adiciones de polímeros.

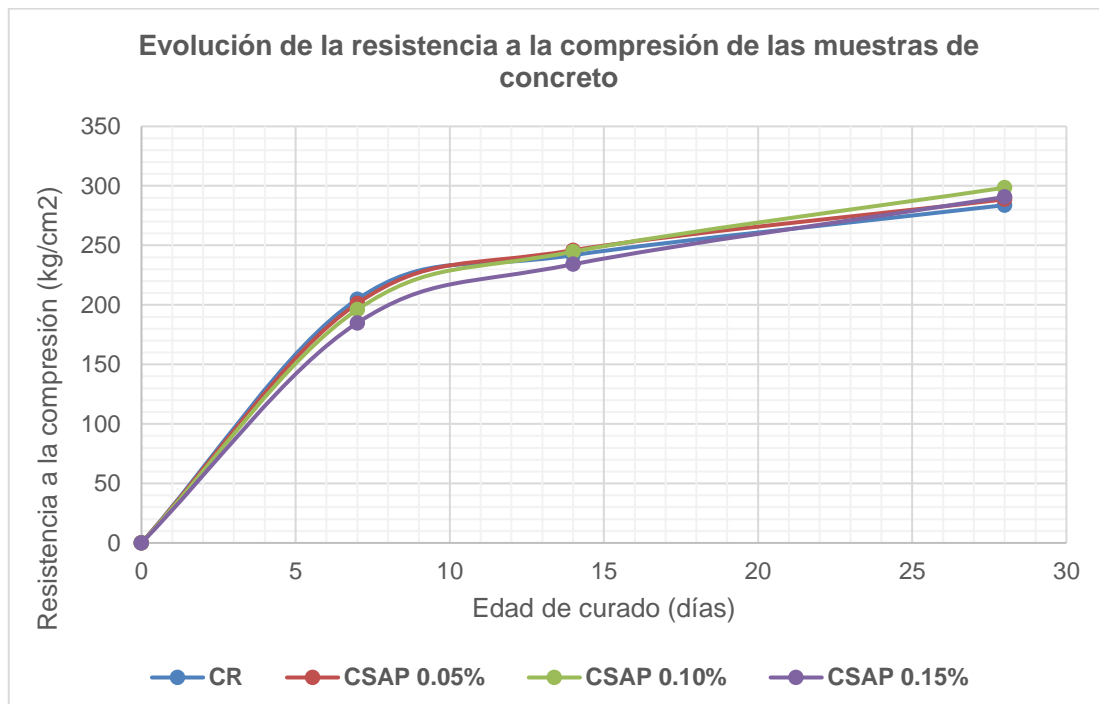


Figura 9. Evolución de la resistencia a la compresión de probetas de concreto.

Fuente: Realización propia.

Ensayo de resistencia a flexión:

Las vigas de concreto fueron curadas por inmersión en una poza de curado durante 28 días, luego de ser extraídas, se realizó el registro de su peso y mediciones de sus longitudes, alturas y bases, posteriormente, se realizó el marcado de tres tercios de la longitud de la viga, dejando un espacio libre mayor o igual a 1" en los extremos. Con una velocidad de carga de 0.90 Mpa/min, se registra la carga máxima que resiste el espécimen hasta llegar a su momento de falla y con lo cual se calcula el módulo de rotura de las probetas prismáticas. Los resultados de esta prueba se detallan a continuación:

Tabla 24. Resultados del ensayo de resistencia a flexión de vigas de concreto.

N°	Identificación	Carga aplicada (N)	Resistencia a flexión		Prom. (kg/cm2)	% de variación
			(Mpa)	(kg/cm2)		
1	CR_1	10790	3.14	32.05	32.93	--
2	CR_2	10580	3.10	31.65		
3	CR_3	12050	3.44	35.10		
4	CSAP 0.05%_1	12540	3.73	38.06	34.53	4.86%
5	CSAP 0.05%_2	10950	3.15	32.15		
6	CSAP 0.05%_3	11710	3.27	33.39		
7	CSAP 0.10%_1	12820	3.73	38.03	35.14	6.69%
8	CSAP 0.10%_2	11810	3.33	33.99		
9	CSAP 0.10%_3	11340	3.27	33.39		
10	CSAP 0.15%_1	13130	3.74	38.14	36.92	12.10%
11	CSAP 0.15%_2	12800	3.63	37.02		
12	CSAP 0.15%_3	11980	3.49	35.59		

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 24, la resistencia a tracción por flexión del concreto de referencia fue de 32.93 kg/cm² y para la adición de 0.05%, 0.10% y 0.15% se tuvo los siguientes resultados: 34.53 kg/cm², 35.14 kg/cm² y 36.92 kg/cm² respectivamente. El incremento porcentual para cada dosis de adición es de 4.86%, 6.69% y 12.10% respectivamente.

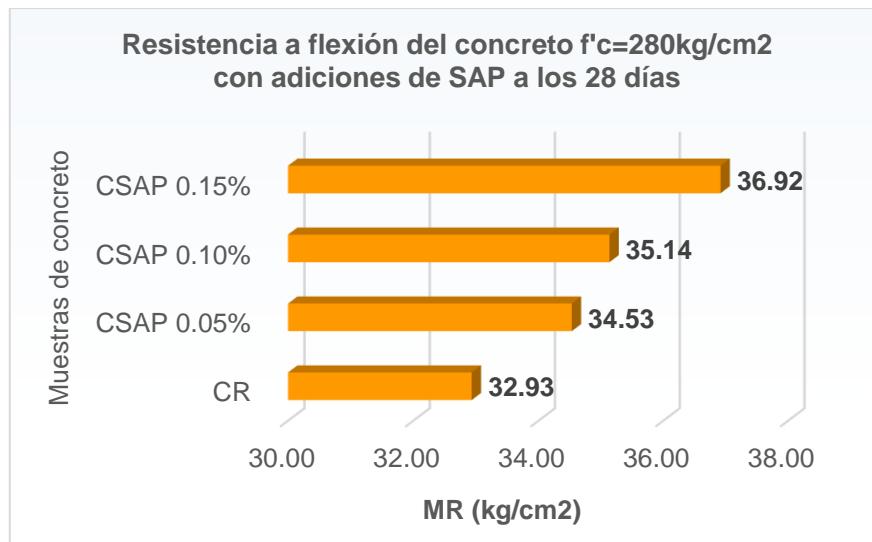


Figura 10. Resistencia a flexión de vigas a 28 días de edad.

Fuente: Realización propia.

En concordancia con este último gráfico, se observa que todas las adiciones de SAP han mostrado ser beneficiosos para incrementar la resistencia a flexión del concreto, y observándose que, a mayor cantidad de SAP añadido, mayor es su efecto en esta propiedad.

Ensayo de fisuración en el concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ por contracción plástica (ASTM C1579)

De acuerdo a este ensayo se comparó la aparición de fisuras en la superficie de paneles o losas de concreto de concreto con adición de polímeros super absorbentes con la fisuración de paneles de referencia, ambos bajo condiciones determinadas de restricción y pérdidas de humedad severas que generen grietas.

Los equipos y herramientas necesarias para esta prueba son:

Moldes: Son moldes para los paneles o losas de concreto y que se debe procurar que no sean de un material absorbente. En este caso fueron hechos de melamina y acrílico. Para un tamaño máximo de agregado igual o inferior a 19 mm, se debe emplear un molde con una altura o espesor de $100 \pm 5 \text{ mm}$, ancho de $355 \pm 10 \text{ mm}$ por $560 \pm 15 \text{ mm}$ de longitud.

En el fondo del molde deberá encajar una chapa metálica, doblada de modo que existan elevadores de tensión y restricciones internas que induzcan al inicio de la fisuración.

También es necesario utilizar un desmoldante para recubrir el elemento metálico y el resto del molde para el concreto. El detalle de la geometría y dimensiones del molde se muestran a continuación:

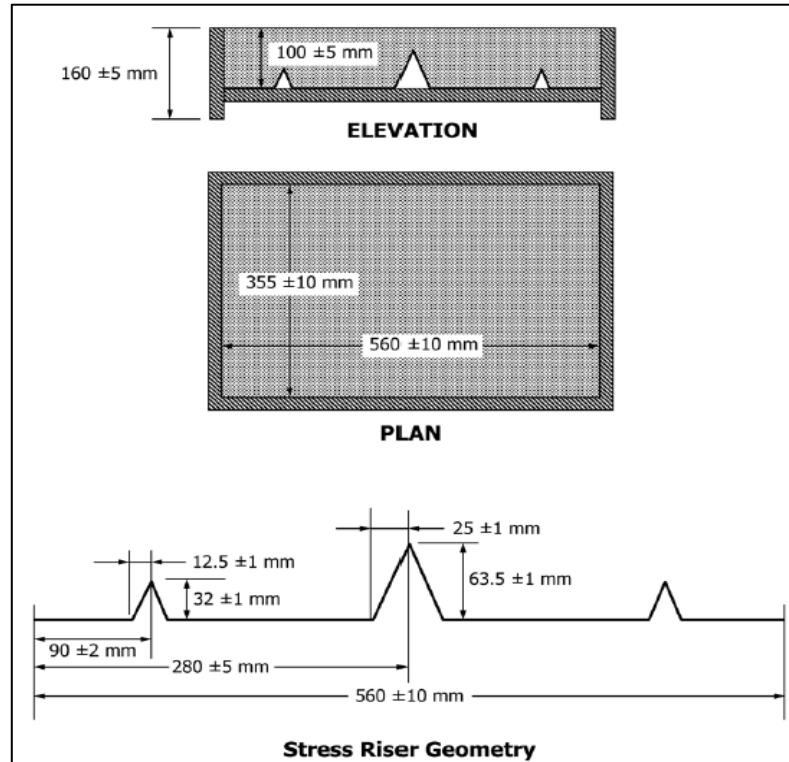


Figura 11. Geometría del molde de la probeta y del elevador de tensión.

Fuente: ASTM C 1579 (2013).



Figura 12. Moldes fabricados para las losas de concreto a ensayar.

Fuente: Elaboración propia.

Cámara ambiental: Se usó una caja de ventilación en una cámara ambiental con una cubierta transparente sobre la superficie de los paneles para producir la uniformidad del flujo de aire y para permitir la observación de la fisuración. En esta investigación, se utilizó dos extractores de aire con capacidad de 250 m³/h.

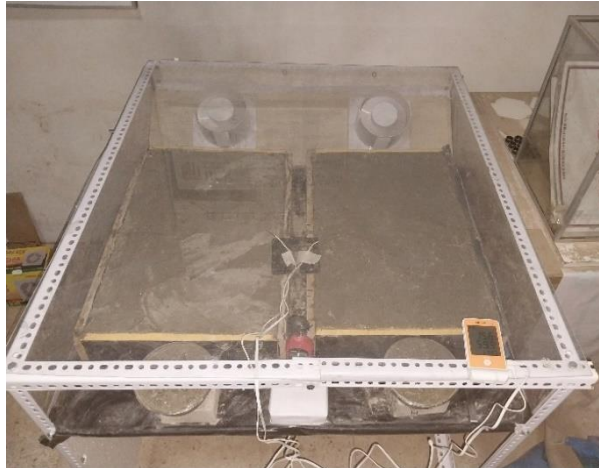


Figura 13. Cámara ambiental acondicionada para el ensayo.

Fuente: Elaboración propia.

Sensores: Los equipos para la medición de los factores ambientales, se describen a continuación:

<p>Anemómetro digital: Medidor de velocidad del viento y temperatura.</p>	<p>Registrador de temperatura y humedad: Con sensores externos de alta precisión.</p>

Figura 14. Anemómetro digital y registrador de temperatura y humedad empleado en la investigación

Fuente: Elaboración propia.

Herramientas de medición de grietas: Se hizo uso de una tarjeta medidora de fisuras y un calibrador Gauge de 32 hojas con espesores milimétricos.



Figura 15. Herramientas para la medición de ancho de fisuras.

Fuente: Realización propia.

Para realizar la cuantificación del agrietamiento se debe medir la anchura de las grietas en la superficie de los paneles pasadas las 24 ± 2 h a partir del momento en que se realizó la mezcla de concreto. El Coeficiente de Reducción de agrietamiento CRR, se calculará con la expresión:

$$CRR = \left[1 - \frac{\text{Ancho medio de grieta de concreto con SAP}}{\text{Ancho medio de grieta del concreto control}} \right] * 100\%$$

Resultados de ensayos en la cámara ambiental:

Asentamiento del concreto de los paneles ensayados:

Tabla 25. Asentamiento del concreto ensayado en los paneles.

Tipo de muestra	Fecha de ensayo	SLUMP		% Variación
		cm	pulg.	
CR 0% SAP	08/02/2023	9.2	3.6	--
CSAP-0.05%	09/02/2023	9.9	3.9	7.61%
CSAP-0.1%	08/02/2023	10.8	4.3	17.39%
CSAP-0.15%	09/02/2023	12.0	4.7	30.43%

Fuente: Realización propia.

Por otro lado, se registraron los datos de velocidad de viento, temperatura y humedad relativa al interior de la cámara de condiciones controladas. A continuación, se muestran los gráficos de los registros de datos obtenidos en los ensayos por periodos de 15 minutos y durante 6 horas para cada ensayo.

Tabla 26. Registro de condiciones ambientales en la cámara del primer ensayo (CR y CSAP 0.1%).

N°	Hora	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)
1	15:20	3.5	16.7	34.0
2	15:35	3.5	16.7	36.2
3	15:50	3.5	16.7	36.4
4	16:05	3.4	16.7	36.8
5	16:20	3.5	16.6	38.1
6	16:35	3.4	16.7	38.0
7	16:50	3.5	16.6	37.2
8	17:05	3.5	16.5	39.4
9	17:20	3.4	16.5	39.3
10	17:35	3.5	16.5	39.5
11	17:50	3.4	16.3	40.4
12	18:05	3.4	16.4	41.3
13	18:20	3.5	16.0	40.5
14	18:35	3.5	16.2	42.1
15	18:50	3.4	16.2	43.4
16	19:05	3.4	16.7	42.5
17	19:20	3.5	16.2	44.4
18	19:35	3.4	16.1	43.8
19	19:50	3.5	15.9	41.2
20	20:05	3.5	15.8	41.6
21	20:20	3.4	16.1	41.1
22	20:35	3.5	15.6	42.3
23	20:50	3.5	15.6	42.1
24	21:05	3.4	15.9	41.1
25	21:20	3.4	15.7	41.4

Fuente: Realización propia.

Los datos registrados de las condiciones ambientales en la cámara, se muestran gráficamente a continuación:

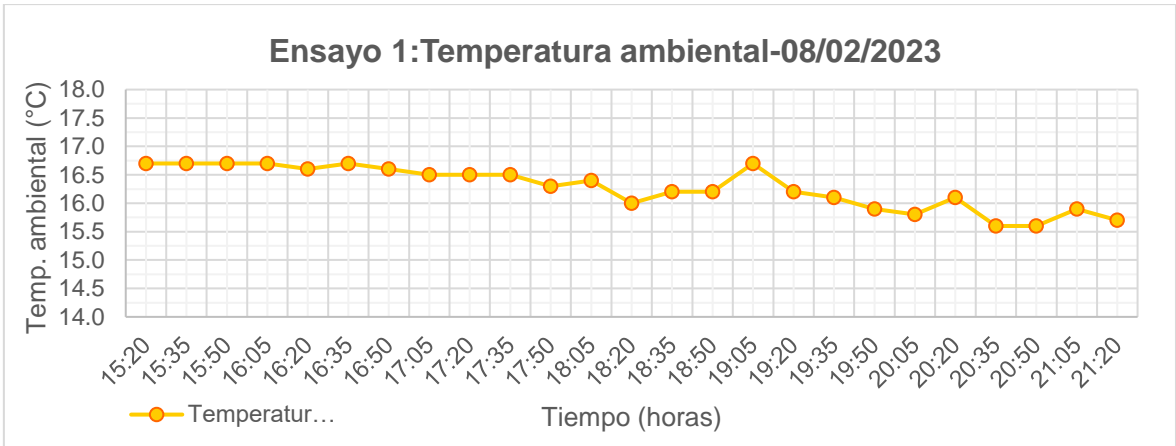


Figura 16. Temperatura (°C) en la cámara ambiental del primer ensayo.

Fuente: Realización propia.

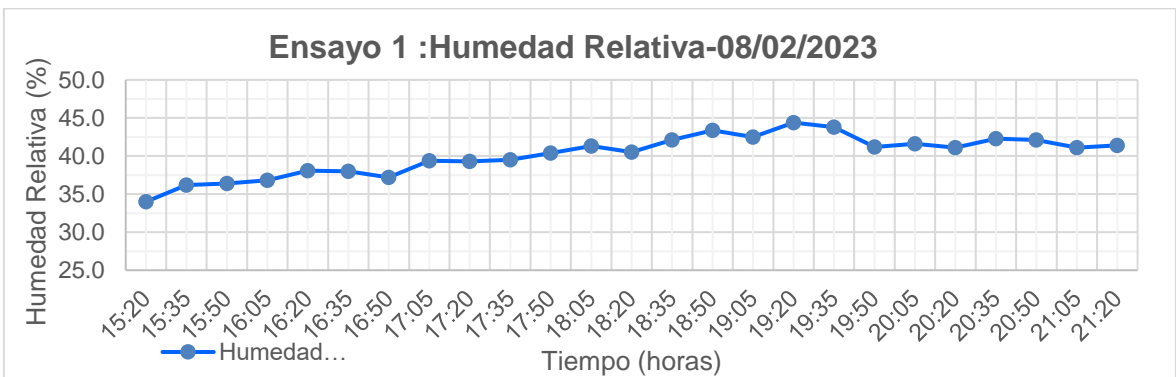


Figura 17. Humedad relativa (%) en la cámara ambiental del primer ensayo.

Fuente: Realización propia.

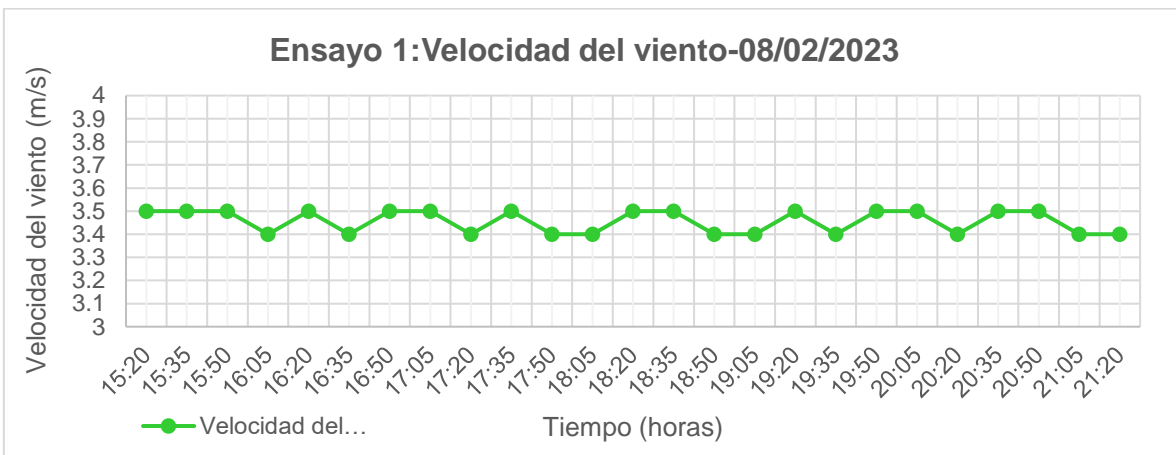


Figura 18. Velocidad del viento (m/s) en la cámara ambiental durante el primer ensayo.

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a lo que se observa en los gráficos anteriores, durante el primer ensayo, donde observaron las mezclas de concreto CR 0%SAP y CSAP 0.1%, la temperatura ambiental ha tenido un valor máximo de 16.7°C al inicio del ensayo y un valor mínimo de 15.7 °C al final, notándose un descenso gradual con el pasar de las horas. En caso de la humedad relativa al principio presento un valor de 34% y ascendió constantemente hasta llegar a un valor de 41.4%; mientras que la velocidad del viento se mantiene casi constante entre valores de 3.4 y 3.5 m/s durante todo el ensayo.

Tabla 27. Registro de condiciones ambientales en la cámara del segundo ensayo (CSAP 0.05 y CSAP 0.15%).

N°	Hora	Velocidad del viento (m/s)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad Relativa (%)
1	15:27	3.5	16.7	44.9
2	15:42	3.4	16.7	39.0
3	15:57	3.5	16.7	39.2
4	16:12	3.4	16.4	40.2
5	16:27	3.5	16.4	36.0
6	16:42	3.4	16.4	34.6
7	16:57	3.5	16.5	31.8
8	17:12	3.5	16.2	34.5
9	17:27	3.4	16.0	35.8
10	17:42	3.5	16.0	36.5
11	17:57	3.4	15.5	34.2
12	18:12	3.5	15.6	35.2
13	18:27	3.4	15.5	33.2
14	18:42	3.5	15.3	31.9
15	18:57	3.4	15.3	30.9
16	19:12	3.5	14.5	29.7
17	19:27	3.4	14.4	31.4
18	19:42	3.5	15.6	31.8
19	19:57	3.5	15.1	31.5
20	20:12	3.5	15.2	32.3
21	20:27	3.4	14.8	32.1
22	20:42	3.5	14.7	32.7
23	20:57	3.5	14.6	33.0
24	21:12	3.4	14.2	30.7
25	21:27	3.5	14.7	30.5

Fuente: Realización propia.

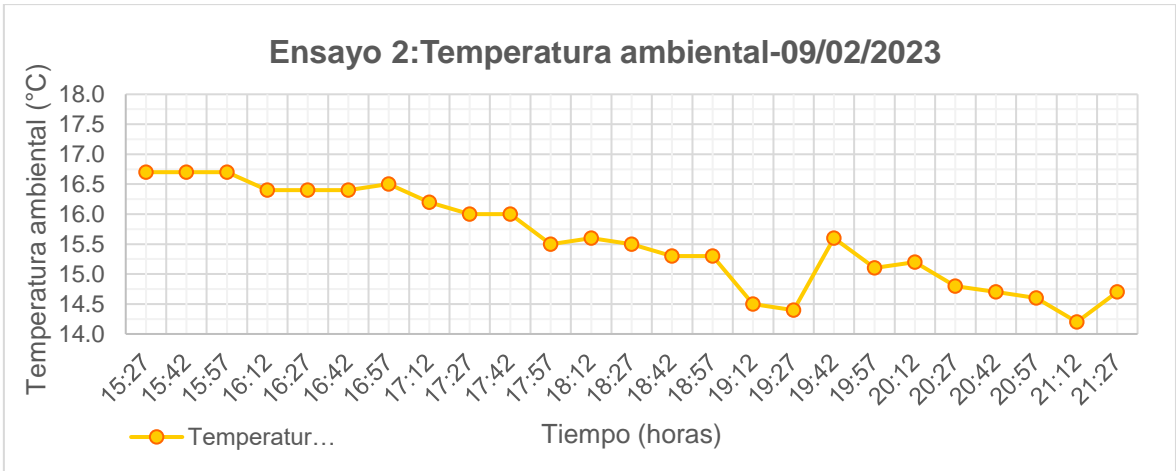


Figura 19. Temperatura (°C) en la cámara ambiental del segundo ensayo.

Fuente: Realización propia.

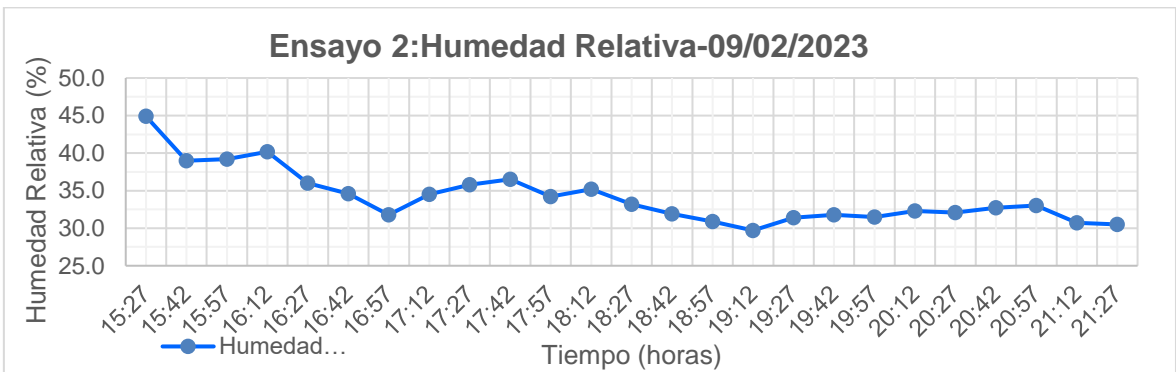


Figura 20. Humedad relativa (%) en la cámara ambiental del segundo ensayo.

Fuente: Realización propia.

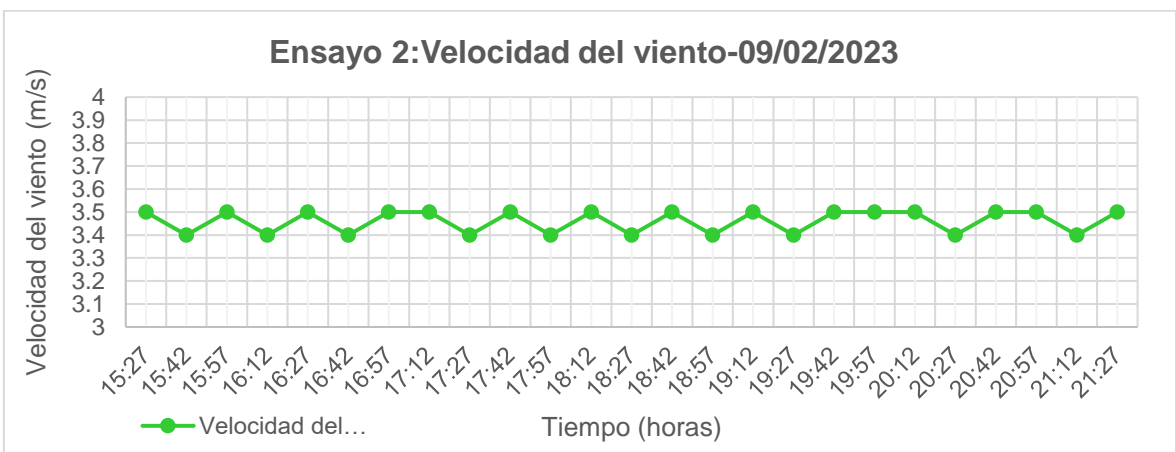


Figura 21. Velocidad del viento (m/s) en la cámara ambiental durante el segundo ensayo.

Fuente: Realización propia.

Según a lo que se observa en los gráficos anteriores, durante el segundo ensayo con los paneles de concreto CR 0%SAP y CSAP 0.1%, la temperatura ambiental ha tenido un valor máximo de 16.7°C al inicio del ensayo y un valor mínimo de 14.7 °C al final, notándose un descenso gradual con el pasar de las horas. En caso de la humedad relativa al principio presento un valor de 44.9% y descendió constantemente hasta llegar a un valor de 30.5%; mientras que la velocidad del viento se mantiene casi constante entre valores de 3.4 y 3.5 m/s durante todo el ensayo.

Tabla 28. Fisuras en el tiempo de los paneles de concreto control y con SAP.

Tiempo (min)	Ancho de fisura (mm)			
	CR 0% SAP	CSAP 0.05%	CSAP 0.1%	CSAP 0.15%
0	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00
210	0.06	0.00	0.00	0.00
240	0.10	0.05	0.00	0.00
270	0.25	0.10	0.00	0.00
300	0.45	0.15	0.00	0.00
330	0.50	0.25	0.05	0.00
360	0.55	0.30	0.06	0.00
1440	0.92	0.45	0.09	0.00

Fuente: Realización propia.

En la Figura 22 se ilustra el incremento del ancho de fisura (mm) en relación al tiempo (min) de las muestras de referencia y las muestras con adición de polímeros super absorbentes.

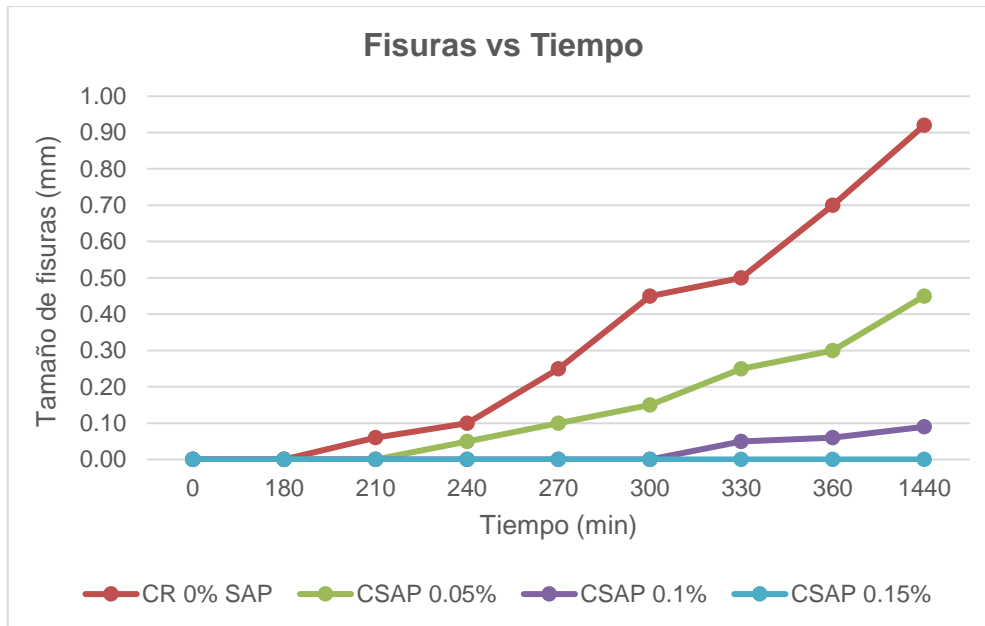


Figura 22. Fisuración en el tiempo de los paneles de concreto ensayados.

Fuente: Realización propia.

Tabla 29. Coeficiente de reducción de grietas (CRR) para las muestras de concreto ensayadas.

Diseño	Primera fisura	Ancho prom. de fisura (mm)	CRR (%)
CR 0% SAP	3hr 10 min	0.92	--
CSAP-0.05%	3hr 45 min	0.45	51.1%
CSAP-0.10%	5hr 15 min	0.09	80.0%
CSAP-0.15%	--	0.00	100.0%

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 29, el Coeficiente de Reducción de Agrietamiento para la mezcla con 0.05 % de SAP, es de 51.1% respecto a la mezcla de referencia sin adición de polímeros super absorbentes, luego para la mezcla con 0.10% de SAP es del 80% y por último para la mezcla con 0.15% de SAP resulto en un CRR del 100%. Esto quiere decir que los SAP contribuyen de manera efectiva a reducir y/o mitigar la contracción plástica del concreto $f'_c=280$ kg/cm² en condiciones ambientales de secado, principalmente porque contrarrestan las pérdidas de humedad reduciendo la velocidad de evaporación del agua de la superficie del concreto.

Prueba estadística de hipótesis

Para establecer conclusiones sólidas en el tema de investigación, se aplicará estadística inferencial para validar o rechazar las hipótesis planteadas.

En primer lugar, se hará un análisis para verificar si existe una distribución normal entre los datos (prueba de normalidad), seguidamente las pruebas de ANOVA y comparación múltiple de los resultados de cada ensayo para establecer conclusiones válidas.

Hipótesis específica 2: Los polímeros super absorbentes tienen una influencia en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno 2022.

Ho: No hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, no hay influencia de los SAP en las propiedades del concreto en estado fresco.

H1: Si hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, si hay influencia de los SAP en las propiedades del concreto en estado fresco.

El valor de significancia será igual a 0.05 (5%), y para la toma de decisión, se tendrá en cuenta que si $P\text{-valor} \geq \alpha$ (Se acepta la hipótesis nula), si por el contrario $P\text{-valor} < \alpha$ (Se acepta la hipótesis alterna).

Prueba estadística para los resultados de asentamiento del concreto

Para evaluar la distribución normal de los datos medidos de asentamiento, se usó el test de normalidad de Shapiro Wilk, el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 30. Prueba de normalidad para ensayo de asentamiento.

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	CR	.253	3	-	.964	3	.637
	CSAP 0.05%	.253	3	-	.964	3	.637
	CSAP 0.10%	.328	3	-	.871	3	.298
	CSAP 0.15%	.253	3	-	.964	3	.673

Fuente: Realización propia.

Se aprecia en la tabla 30, valores con significancia (p-valor) que son mayores a 0.05, con esto se demuestra que datos medidos de asentamiento de las mezclas de concreto tienen distribuciones normales.

Seguidamente, se aplicó la prueba paramétrica de ANOVA, como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Prueba de ANOVA para el ensayo de asentamiento del concreto.

ANOVA					
Asentamiento					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23.776	3	7.925	130.279	.000
Dentro de grupos	.487	8	.061		
Total	24.262	11			

Fuente: Realización propia.

Toma de decisión: De acuerdo a la tabla anterior, el p-valor está por debajo del nivel de significancia ($0.000 < 0.05$), por tanto, se acepta la hipótesis del investigador, donde si existe influencia de los polímeros super absorbentes en la propiedad de asentamiento del concreto en estado fresco. Asimismo, se aplicó la prueba post-hoc de Tukey, para ver las varianzas estadísticas entre los grupos de experimentación.

Tabla 32. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de asentamiento.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Asentamiento						
HSD Tukey						
Intervalo de confianza al 95%						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
CR	CSAP 0.05%	-1,03333*	.20138	.004	-1.6782	-0.3884
	CSAP0.10%	-2,13333*	.20138	.000	-2.7782	-1.4884
	CSAP0.15%	-3,80000*	.20138	.000	-4.4449	-3.1551
CSAP 0.05%	CR	1,03333*	.20138	.004	0.3884	1.6782
	CSAP0.10%	-1,10000*	.20138	.003	-1.7449	-0.4551
	CSAP0.15%	-2,76667*	.20138	.000	-3.4116	-2.1218
CSAP0.10%	CR	2,13333*	.20138	.000	1.4884	2.7782

	CSAP 0.05%	1,10000*	.20138	.003	0.4551	1.7449
	CSAP0.15%	-1,66667*	.20138	.000	-2.3116	-1.0218
CSAP0.15%	CR	3,80000*	.20138	.000	3.1551	4.4449
	CSAP 0.05%	2,76667*	.20138	.000	2.1218	3.4116
	CSAP0.10%	1,66667*	.20138	.000	1.0218	2.3116

Fuente: Realización propia.

En concordancia a la tabla 32, las significancias de los grupos son menores a 0.05 (α), lo cual evidencia la existencia de variaciones significativas entre ellos.

Tabla 33. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de asentamiento.

Asentamiento					
HSD Tukey ^a					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Descripción	N	1	2	3	4
CR	3	7.6333			
CSAP 0.05%	3		8.6667		
CSAP0.10%	3			9.7667	
CSAP0.15%	3				11.4333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Realización propia.

Como se visualiza en la tabla 33, las medias de cada diseño se encuentran en diferentes columnas, por lo tanto, si existe una diferencia significativa del grupo de referencia y los grupos con adiciones de SAP, demostrándose que la adición de 0.15% de polímeros fue la dosis que más incrementó el asentamiento en forma significativa.

Prueba estadística para los resultados de peso unitario del concreto

Para analizar la distribución normal de los datos medidos del ensayo de peso unitario del concreto, se usó el test de normalidad de Shapiro Wilk, como se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 34. Prueba de normalidad para ensayo de peso unitario.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Descripción	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso unitario	CR	.254	3	-	.964	3	.634

	CSAP 0.05%	.291	3	-	.924	3	.468
	CSAP 0.10%	.279	3	-	.939	3	.525
	CSAP 0.15%	.190	3	-	.997	3	.902

Fuente: Realización propia.

Se aprecia en la tabla 34, valores con significancia (p-valor) que son mayores a 0.05, con esto se demuestra que datos medidos de peso unitario de las mezclas de concreto tienen distribuciones normales.

Seguidamente, se aplicó la prueba de ANOVA, como se muestra en la tabla:

Tabla 35. Prueba de ANOVA para el ensayo de peso unitario del concreto.

ANOVA					
Peso unitario					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	510.213	3	170.071	227.545	.000
Dentro de grupos	5.979	8	.747		
Total	516.193	11			

Fuente: Realización propia.

Toma de decisión: De acuerdo a la tabla anterior, el p-valor está por debajo del nivel de significancia ($0.000 < 0.05$), por tanto, se acepta la hipótesis del investigador, donde si existe influencia de los polímeros super absorbentes en la propiedad de peso unitario del concreto en estado fresco.

Seguidamente, se aplicó la prueba post-hoc de Tukey, para ver las varianzas estadísticas entre los grupos de experimentación.

Tabla 36. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de peso unitario.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Peso unitario						
HSD Tukey						
Intervalo de confianza al 95%						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
CR	CSAP 0.05%	-3,79000*	.70589	.003	-6.0505	-1.5295
	CSAP0.10%	-9,49333*	.70589	.000	-11.7538	-7.2328
	CSAP0.15%	-17,30667*	.70589	.000	-19.5672	-15.0462

CSAP 0.05%	CR	3,79000*	.70589	.003	1.5295	6.0505
	CSAP0.10%	-5,70333*	.70589	.000	-7.9638	-3.4428
	CSAP0.15%	-13,51667*	.70589	.000	-15.7772	-11.2562
CSAP0.10%	CR	9,49333*	.70589	.000	7.2328	11.7538
	CSAP 0.05%	5,70333*	.70589	.000	3.4428	7.9638
	CSAP0.15%	-7,81333*	.70589	.000	-10.0738	-5.5528
CSAP0.15%	CR	17,30667*	.70589	.000	15.0462	19.5672
	CSAP 0.05%	13,51667*	.70589	.000	11.2562	15.7772
	CSAP0.10%	7,81333*	.70589	.000	5.5528	10.0738

Fuente: Realización propia.

Según la Tabla 36, los grupos experimentales son significativamente diferentes en comparación con el grupo de control sin la adición de polímeros superabsorbentes, porque las significancias son inferiores a 0,05 (α).

Tabla 37. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de peso unitario.

Peso unitario					
HSD Tukey ^a					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Descripción	N	1	2	3	4
CR	3	2290.9600			
CSAP 0.05%	3		2294.7500		
CSAP0.10%	3			2300.4533	
CSAP0.15%	3				2308.2667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Realización propia.

Como se visualiza en la tabla 37, las medias de cada proporción se encuentran en diferentes columnas. Por lo tanto, existe una diferencia significativa del grupo de referencia y los grupos con adiciones de SAP y la adición de 0.15% de polímeros fue la dosis que más incrementó el peso unitario.

Hipótesis específica 3: Existe un impacto positivo en desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

Ho: No hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, no hay un impacto positivo en desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

H1: Si hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, si hay un impacto positivo en desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

El valor de significancia será igual a 0.05 (5%) y para la toma de decisión, se tendrá en cuenta que si $P\text{-valor} \geq \alpha$ (Se acepta la hipótesis nula), si por el contrario $P\text{-valor} < \alpha$ (Se acepta la hipótesis alterna).

Prueba estadística para los resultados de resistencia a compresión del concreto

Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk para analizar la distribución normal de los resultados de la medición de la resistencia a la compresión de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 38. Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a compresión.

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión	CR	.183	3	-	.999	3	.932
	CSAP 0.05%	.321	3	-	.881	3	.328
	CSAP 0.10%	.194	3	-	.997	3	.887
	CSAP 0.15%	.315	3	-	.891	3	.359

Fuente: Realización propia.

En la tabla 38 se muestran los valores con significancia (p-valor) mayor a 0.05, estos valores aceptan la hipótesis nula, la cual indica que los valores de resistencia a compresión de las probetas de concreto tienen distribuciones normales.

Después de ello, se desarrolló la prueba ANOVA de acuerdo con la Tabla 39.

Tabla 39. Prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a compresión.

ANOVA					
Resistencia a compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	335.602	3	111.867	6.305	.017
Dentro de grupos	141.944	8	17.743		
Total	477.546	11			

Fuente: Realización propia.

Según la Tabla 39, la significancia es menor que el valor p ($0.017 < 0.050$), entonces se acepta la hipótesis alterna, indicando que la media de los grupos es estadísticamente diferente. También se realizó un post-test, en este caso el post-hoc de Tukey, para comprobar que hay diferencias estadísticas entre los grupos.

Tabla 40. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de resistencia a compresión

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a compresión						
HSD Tukey						
Intervalo de confianza al 95%						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
CR	CSAP 0.05%	-4.89333	3.43928	.521	-15.9071	6.1205
	CSAP0.10%	-14,68333*	3.43928	.012	-25.6971	-3.6695
	CSAP0.15%	-6.83333	3.43928	.269	-17.8471	4.1805
CSAP 0.05%	CR	4.89333	3.43928	.521	-6.1205	15.9071
	CSAP0.10%	-9.79000	3.43928	.083	-20.8038	1.2238
	CSAP0.15%	-1.94000	3.43928	.940	-12.9538	9.0738
CSAP0.10%	CR	14,68333*	3.43928	.012	3.6695	25.6971
	CSAP 0.05%	9.79000	3.43928	.083	-1.2238	20.8038
	CSAP0.15%	7.85000	3.43928	.181	-3.1638	18.8638
CSAP0.15%	CR	6.83333	3.43928	.269	-4.1805	17.8471
	CSAP 0.05%	1.94000	3.43928	.940	-9.0738	12.9538
	CSAP0.10%	-7.85000	3.43928	.181	-18.8638	3.1638

Fuente: Realización propia.

Como se muestra en la tabla 40, el grupo experimental con adición de 0.10% de SAP tienen valores significativamente diferentes respecto al grupo de referencia donde no se adicione polímeros super absorbentes ya que las significancias son menores a 0.05 (α), en cambio, las dosis de 0.05% y 0.15% no varían significativamente, por ser mayores a 0.05.

Tabla 41. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de resistencia a la compresión.

Resistencia a compresión			
HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05	
Descripción	N	1	2
CR	3	283.8200	

CSAP 0.05%	3	288.7133	288.7133
CSAP 0.15%	3	290.6533	290.6533
CSAP 0.10%	3		298.5033
Sig.		0.269	0.083

Fuente: Realización propia.

Como se visualiza en la Tabla 41, hay variaciones significativas entre el grupo de referencia y el grupo con adición de 0.10% de SAP, ya que las medias están en columnas diferentes, siendo además la dosis que más incrementó la resistencia a compresión en forma significativa. Sin embargo, con las dosis de 0.05% y 0.15% de polímeros no existe una diferencia significativa.

Hipótesis específica 4: Existe una variación significativa en la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

Ho: No hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, no existe una variación significativa en la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

H1: Si hay variación estadística en las medias de grupos, por tanto, no existe una variación significativa en la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.

El valor de significancia es de 0.05 (5%). Para la toma de decisión, se tendrá en cuenta que si $P\text{-valor} \geq \alpha$ (Se acepta la hipótesis nula), si por el contrario $P\text{-valor} < \alpha$ (Se acepta la hipótesis alterna).

Prueba estadística para los resultados de resistencia a flexión del concreto

Para examinar la normalidad de la distribución de los datos medidos en el ensayo de resistencia a flexión de probetas prismáticas de concreto cargadas a los dos tercios de la luz, se usó el test de normalidad de Shapiro Wilk. La siguiente tabla muestra este análisis realizado en el programa SPSS.

Tabla 42. Prueba de normalidad para ensayo de resistencia a flexión del concreto.

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a flexión	CR	.347	3	-	.836	3	.203
	CSAP 0.05%	.310	3	-	.899	3	.383
	CSAP 0.10%	.342	3	-	.845	3	.228
	CSAP 0.15%	.199	3	-	.995	3	.866

Fuente: Realización propia.

En la tabla 42 se muestran los valores con significancia (p-valor) mayor a 0.05, estos valores aceptan la hipótesis nula, la cual indica que los valores de resistencia a flexión de las probetas de concreto tienen distribuciones normales.

Después de ello, se desarrolló la prueba ANOVA de acuerdo con la Tabla 43.

Tabla 43. Prueba de ANOVA para el ensayo de resistencia a flexión.

ANOVA					
Resistencia a flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24.371	3	8.124	1.527	.280
Dentro de grupos	42.551	8	5.319		
Total	66.922	11			

Fuente: Realización propia.

Según la Tabla 43, la significancia es mayor que el valor p ($0.280 > 0.050$), entonces se acepta la hipótesis nula, indicando que no hay variación estadística en las medias de grupos. También se realizó un post-test, en este caso el post-hoc de Tukey.

Tabla 44. Comparación múltiple de los resultados del ensayo de resistencia a flexión

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a flexión						
HSD Tukey						
Intervalo de confianza al 95%						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior

CR	CSAP 0.05%	-1.60000	1.88306	.830	-7.6302	4.4302
	CSAP0.10%	-2.20333	1.88306	.660	-8.2335	3.8269
	CSAP0.15%	-3.98333	1.88306	.227	-10.0135	2.0469
CSAP 0.05%	CR	1.60000	1.88306	.830	-4.4302	7.6302
	CSAP0.10%	-.60333	1.88306	.988	-6.6335	5.4269
	CSAP0.15%	-2.38333	1.88306	.607	-8.4135	3.6469
CSAP0.10%	CR	2.20333	1.88306	.660	-3.8269	8.2335
	CSAP 0.05%	.60333	1.88306	.988	-5.4269	6.6335
	CSAP0.15%	-1.78000	1.88306	.782	-7.8102	4.2502
CSAP0.15%	CR	3.98333	1.88306	.227	-2.0469	10.0135
	CSAP 0.05%	2.38333	1.88306	.607	-3.6469	8.4135
	CSAP0.10%	1.78000	1.88306	.782	-4.2502	7.8102

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la tabla 44, las significancias de los grupos donde se aplicó la variable independiente, es decir, la adición de SAP y del grupo de referencia, son mayores a 0.05 (α), en consecuencia, no varían estadística entre ellos, por lo tanto, se puede afirmar no existe un efecto diferenciable entre ellos.

Tabla 45. Sub conjuntos de Tukey para ensayo de resistencia a flexión.

Resistencia a flexión		
HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05
Descripción	N	1
CR	3	32.9333
CSAP 0.05%	3	34.5333
CSAP0.10%	3	35.1367
CSAP0.15%	3	36.9167
Sig.		0.227

Fuente: Realización propia.

Como se muestra en la Tabla 45, no hay diferencias significativas en las propiedades de flexión del concreto entre el grupo de control y los grupos de prueba con adiciones de polímeros super absorbentes porque el valor promedio de cada diseño se encuentra en la misma columna.

Hipótesis específica 5: Los polímeros super absorbentes son efectivos para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.

Ho: No existe variación significativa en los resultados, por tanto, los polímeros super absorbentes no son efectivos para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.

H1: Existe variación significativa en los resultados, por tanto, los polímeros super absorbentes si son efectivos para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.

El valor de significancia será igual a 0.05 (5%), y para la toma de decisión, se tendrá en cuenta que si $P\text{-valor} \geq \alpha$ (Se acepta la hipótesis nula), si por el contrario $P\text{-valor} < \alpha$ (Se acepta la hipótesis alterna).

Prueba estadística para los resultados de ensayo de retracción plástica del concreto

Para la prueba de hipótesis de este ensayo, se realiza la prueba T para dos muestras independientes suponiendo varianzas desiguales, donde se hará un análisis entre de los resultados de ancho de fisuras del concreto de referencia y los concretos adicionados con polímeros super absorbentes.

Tabla 46. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.05%) suponiendo varianzas desiguales.

	CR 0% SAP	CSAP 0.05%
Media	0.21285714	0.09285714
Varianza	0.09466813	0.02071429
Observaciones	14	14
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	1.32182952	
P(T<=t) una cola	0.10138944	
Valor crítico de t (una cola)	1.73406361	
P(T<=t) dos colas	0.20277888	
Valor crítico de t (dos colas)	2.10092204	

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 46, el valor de significancia $P(T \leq t)$, está por encima del p-valor asumido ($0.20 > 0.05$), de acuerdo a ello, se acepta el enunciado de la hipótesis

nula que indica que no existe variación significativa en los resultados de retracción plástica del concreto de referencia y el concreto adicionado con 0.05% de SAP.

Tabla 47. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.10%) suponiendo varianzas desiguales.

	CR 0% SAP	CSAP 0.10%
Media	0.21285714	0.01428571
Varianza	0.09466813	0.00087253
Observaciones	14	14
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	13	
Estadístico t	2.40373541	
P(T<=t) una cola	0.01593071	
Valor crítico de t (una cola)	1.7709334	
P(T<=t) dos colas	0.03186142	
Valor crítico de t (dos colas)	2.16036866	

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 47, la significancia es menor que el valor p ($0,03 < 0,05$), en cuyo caso se acepta la hipótesis alterna que indica que si existe variación significativa en los resultados de retracción plástica del concreto de referencia y el concreto adicionado con 0.10% de SAP.

Tabla 48. Prueba T para dos muestras (CR y CSAP 0.15%) suponiendo varianzas desiguales.

	CR 0% SAP	CSAP 0.15%
Media	0.21285714	0
Varianza	0.09466813	0
Observaciones	14	14
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	13	
Estadístico t	2.58851295	
P(T<=t) una cola	0.01124536	
Valor crítico de t (una cola)	1.7709334	
P(T<=t) dos colas	0.02249072	
Valor crítico de t (dos colas)	2.16036866	

Fuente: Realización propia.

De acuerdo a la Tabla 48, el valor de significancia es menor que el valor p ($0,02 < 0,05$), en cuyo caso se acepta la hipótesis alterna que indica que si existe

variación significativa en los resultados de retracción plástica del concreto de referencia y el concreto adicionado con 0.15% de SAP.

V.- DISCUSIÓN

D1. De acuerdo a la Tabla 17, la dosificación del concreto $f'c=280$ kg/cm², con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno 2022, se ha realizado añadiendo diferentes porcentajes de SAP, 0.05%, 0.10% y 0.15% en función del peso del cemento. No se ha realizado ajustes en la relación agua/cemento de diseño, ya que el agua absorbida por los SAP, es considerada como agua de curado interno para el concreto. Considerando una absorción de 50g/g de las partículas de SAP, el 0.05% de SAP aporta 10.36 litros de agua de curado interno en un 1m³ de concreto, el 0.10%, aporta 20.71 litros y el 0.15% una cantidad de 31.07 litros de agua para 1 m³ de concreto.

Parizaca (2015), en su investigación para concretos de alta resistencia inicial con relación agua/material cementante de 0.38, empleo polímeros superabsorbentes a base de poliacrilato de sodio, con capacidad de absorción de 1 litro por cada 10.625 gr de SAP, estos fueron saturados previamente por 40 minutos. Martínez (2017), aplico una metodología similar, empleando 10gr de SAP saturados en 1 litro de agua. En ambas tesis no hubo ajustes en los demás componentes de la mezcla por la adición de los polímeros, lo cual se asemeja a la presente investigación.

Por otro lado, Arredondo (2019) y los autores Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), realizaron las dosificaciones de SAP de acuerdo al cálculo de la contracción química en la mezcla de control y la capacidad de absorción de cada tipo de SAP en soluciones alcalinas. Arredondo (2019), obtuvo el diseño de mezclas de concreto añadiendo polímeros super absorbentes en estado seco en cantidades de 0.2% y 0.4% en peso del cemento. El volumen de agua de curado interno, fue de 0.55 litros por 20 litros de mezcla, lo que se traduce en 27.5 litros de agua por m³ de concreto para ambas dosis. Por su lado, Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), realizaron su diseño de mezclas para un concreto de alto rendimiento con una relación agua/materiales cementantes de 0,37. Las proporciones de la mezcla tuvieron ajustes en la cantidad de reductor de agua de alto rango que fue empleado en función de la cantidad y el tipo de SAP, esto para mantener el asentamiento de diseño.

Dang, Zhao, y Zhaohua (2021), trabajaron con la relación agua/material aglutinante (w/b) de la mezcla de hormigón de referencia de 0,38. Los SAP fueron incluidos en la mezcla de concreto en tres diferentes formas: 0 (corresponde a SAP sin absorción de agua), 10 (SAP con preabsorción de agua de curado interno) y 10K (SAP pre-absorbido, pero con la deducción del agua de curado interna del agua de mezcla). El SAP pre-absorbido el agua de curado interno era 10 veces el peso del SAP seco.

El diseño de mezclas con SAP de la presente investigación difiere de las tres últimas investigaciones ya que la naturaleza del polímero superabsorbente y la forma de ser introducidos a la mezcla, ya sea en estado seco o saturado, son diferentes para cada investigación. Así para aplicar los SAP en estado seco y en función de la contracción química del cemento, se hace necesario las pruebas adecuadas para conocer la capacidad de absorción de los polímeros en soluciones alcalinas similares a la pasta de cemento.

D2. Respecto a los resultados obtenidos del asentamiento, se tiene que se incrementa al incorporar polímeros super absorbentes pre-saturados en el concreto, el concreto de referencia tuvo un slump de 3". Respecto a los concretos con dosis de 0.05%, 0.10% y 0.15% de SAP, se obtuvo asentamientos de 3.3", 3.7" y 4.4" respectivamente, su incremento porcentual fue de 11.8%, 23.7% y 46.1%. Estos resultados son comparables con investigaciones como Parizaca (2015), ya que coincide en que los polímeros super absorbentes han mejorado la trabajabilidad del concreto, para dosis de 0.1% obtuvo un slump de 9.73 cm y para 0.15% un promedio de 12", siendo más notorio en dosis de 0.2% causando la segregación de la mezcla. Martínez (2017) también encontró que, aumentando la cantidad de SAP, el asentamiento se incrementa proporcionalmente, pero con adiciones mayores a 0.10% se evidencian problemas de segregación. Esto puede deberse a que este último autor empleo polímeros con tamaños de partículas muy grandes, y en estado saturado, el gel ha hecho que estos aumenten mucho más la plasticidad del concreto.

De manera similar, Dang, Zhao, y Zhaohua (2021), encontraron que el asentamiento de la mezcla está muy influenciado por las formas de agua

incorporada y el volumen de SAP, ya que el asentamiento aumenta cuando se añade SAP pre-absorbido y a medida que es mayor el volumen de SAP. Para el concreto con SAP-a (partículas de 425-250 μm) y con 0.1% de SAP, este mejoró la trabajabilidad en un 2.4% y con 0.2% de SAP-a, mejoro en un 4.7%. Esta mejora es mínima debido a que emplearon solo 10 gramos de agua por gramo de siendo su absorción 115g/g. Por otro lado, la adición de SAP seco o pre-absorbido con el agua de curado interno disminuyen el asentamiento, y es más notorio en el último caso.

Contrariamente a los resultados de la presente investigación, Arredondo (2016) reportó una disminución de asentamiento en las mezclas de concreto con adición de SAP y fue más evidente en las muestras con el contenido de álcalis incrementado. Lo cual lo atribuye a alguna incompatibilidad química entre los SAP y los demás aditivos que empleó, sin embargo es necesario señalar que el efecto que tenga los polímeros super absorbentes sobre la mezcla de concreto en estado fresco dependen fundamentalmente de la forma en que sean introducidos, y en caso de hacerlo en estado seco, los SAP absorberán parte del agua de amasado y por tanto la fluidez de la mezcla será reducida, por ello, en este caso se hace necesario realizar las pruebas y/o ensayos necesarios para determinar correctamente la cantidad de SAP en función de su capacidad de absorción en la pasta de cemento.

También Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), en sus resultados del ensayo de asentamiento del concreto con tres tiempos de mezclado extendidos (3, 5, y 7 min) después de la adición de SAP, mostraron que se redujo la consistencia del concreto siendo necesario incrementar el contenido total de superplastificante tras la adición de SAP a la mezcla para mantener el asentamiento inicial dentro del valor objetivo de 8 pulgadas. Añadieron una dosis de 60% de superplastificante a la mezcla hecha con WL PAM (copolímero de acrilamida acrílica neutralizada con potasio) y 3 minutos de tiempo de mezclado extendido, mientras que fue necesario un 127% de dosis mayor de superplastificante para 7 minutos de mezclado en comparación con la mezcla de referencia. Como bien lo mencionan los autores, esto es resultado de que los SAP han ido absorbiendo agua de la mezcla continuamente y mientras más

minutos pasen se dará lugar a una mayor pérdida de asentamiento, ya que, de acuerdo a sus ensayos de absorción de los SAP en la solución filtrada, estos absorbieron continuamente agua hasta los 30 minutos.

A manera de resumen, los resultados indican que el SAP saturado previamente, se presentan como partículas finas con el aspecto de un hidrogel que puede desempeñar una función plastificante en la mezcla de hormigón por reducir la fricción entre la pasta y el árido, por tanto, aumentan la fluidez de la mezcla y el asentamiento. Caso contrario a lo que sucede cuando son añadidos en estado seco ya que absorben parte del agua de amasado y reducen el asentamiento, por ello diversos investigadores optaron por contrarrestar este aspecto con el uso de superplastificante.

Según a lo mostrado en la Tabla 19, la adición de SAP a la mezcla de concreto ha causado un ligero incremento en el peso unitario, esto coincide con lo evaluado por los autores Parizaca (2015) y Martínez (2017), este efecto se debe principalmente a que los SAP al mejorar la trabajabilidad en el concreto, generan un mayor acomodo de los componentes del concreto y además porque según a lo señalado por Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), el SAP tiene un efecto limitado en el aumento del contenido de aire, por tanto también reduce el contenido de aire en las mezclas.

D3. Respecto a la resistencia a la compresión, se observa que la adición de SAP al concreto ha ralentizado el desarrollo de la resistencia en el tiempo, principalmente dentro de los primeros siete días, tal como se observa en la Figura 12, esto puede deberse al hecho de que en los primeros días de edad el concreto aún mantiene su humedad interna por estar recientemente fabricado, sin embargo a partir de que se van generando los productos de hidratación el agua retenida por absorción en los poros capilares y el agua retenida por adsorción en los poros de gel se va reduciendo con el pasar de los días, siendo ese instante cuando los SAP empezaron a activar su mecanismo de desorción del agua almacenada en su estructura. Otro factor que pudo haber mermado en la resistencia inicial del concreto con SAP, es que en la estructura inicial de la matriz del concreto se incrementó la porosidad ya que los SAP saturados al ser como pequeñas capsulas

blandas produjeron un volumen de huecos que generaron debilidad a la resistencia a cargas axiales del concreto.

Para la edad de 14 días, las diferencias negativas se fueron acortando, siendo el 0.05% y 0.10% las dosis de SAP que contribuyeron a mejorar en un 1.5% y 1% la resistencia a compresión del concreto. Esto indica que los SAP funcionaron gradualmente como agentes de curado interno. Hacia los 28 días, se observó una diferencia positiva entre los concretos con adiciones de SAP y de referencia, principalmente en la dosis de 0.10%, que maximizó la resistencia en 5.2%. Se pudo ver, asimismo, que el 0.15% de SAP, también fue positivo para el concreto, pero en menor porcentaje (2.4%), ya que si bien ha promovido el curado interno y desarrollo de la resistencia a compresión, la presencia de un mayor número de poros en el sistema a mayor dosis de SAP, se reduce el área efectiva de la muestra y como bien menciona Arredondo (2019), esto se debe a que cuando los polímeros ya no contienen solución porosa, las partículas se secan y dejan vacíos en la estructura del concreto. Cuando se comprime la muestra, los poros crean concentraciones de tensión que limitan la resistencia a compresión.

Dang, Zhao, y Zhaohua (2021), encontraron que con la excepción de cantidades superiores al 0,2% de SAP preabsorbido, en los primeros 7 días, los polímeros super absorbentes no tienen influencia considerable en la propiedad de resistencia a compresión, sin embargo, si son adversos a los 14 días, probablemente por el rápido desarrollo del proceso de hidratación a edades tempranas del cemento.

Arredondo (2019) encontró que las mezclas con 0,40 % de SAP eran similares o ligeramente inferiores a las mezclas de control, sin embargo, con el 0,20% de SAP presentó resistencias incluso menores al concreto con 0.40% de SAP, deduciendo que esa dosis no ha podido no es suficiente para aumentar la resistencia a la compresión.

Lo encontrado por Dang, Zhao, y Zhaohua (2021) y Arredondo (2019), tiene mucho que ver con factores como el tamaño de las partículas de SAP, su capacidad de absorción en el tiempo y por las formas de agua incorporada ya que los polímeros pudieron no haber absorbido la cantidad de agua necesaria para luego proveerla

en la etapa de curado, por tanto, la relación agua/materiales cementantes se vió incrementada, dando lugar a menores resistencias a la compresión. A partir de los resultados de Arredondo (2019), es importante señalar también que cuando el SAP adicionado al concreto es en estado seco, debe realizarse la estimación correcta de la capacidad de absorción de los SAP mediante pruebas de laboratorio, ya que está comprobado que la cinética de absorción de los SAP en la solución de la pasta de cemento, es afectada por factores de estabilidad química que ralentizan o reducen la capacidad de absorber agua y de hincharse.

Por otro lado, y contrariamente a los resultados de la presente investigación, aquellas realizadas por Parizaca (2015) y Martínez (2017), evidenciaron que los polímeros super absorbentes si mostraron su efectividad para mejorar la resistencia a cargas axiales en los primeros 07 días de edad. Así, para Parizaca (2015) las muestras de concreto de diseño inicial llegaron a la resistencia de 379.16 kg/cm² y con adiciones de polímeros super absorbentes al 0.1%, la resistencia se elevó a 399.2 kg/cm² que representa un 5.29% por encima del concreto control, pero con dosificaciones de 0.15% y 0.2% se observó un decrecimiento pues alcanzaron 354.0 kg/cm² y 333.84 kg/cm² respectivamente. Este comportamiento siguió extendiéndose hasta los 15 días de edad, siendo la dosis de 0.1% de SAP, el único que mejoro la resistencia a compresión en un 4.08% en referencia al diseño de control. En lo realizado por Martínez (2017), mostró que la resistencia alcanzada para el diseño de mezclas ACI sin SAP a los 7 días fue de 251.06 Kgf/cm² y sin estos, fueron de 276.23 kgf/cm², 205.26 kgf/cm², 157.17 kgf/cm², 135.5 kgf/cm² para las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % de forma respectiva. Es decir, solo se evidenció una mejora con el 0.025% de SAP. Esta evolución continuó hasta los 28 días de edad, donde los porcentajes de variación de resistencia a compresión fue 5.11% superior al concreto sin polímeros con 0.025% de SAP, en cambio con 0.05%, 0.075% y 0.1% de SAP, se vio el descenso de la resistencia en -21.89%, -40.19% y -48.44% a correspondencia de estas últimas dosis de SAP. Esto se debe a que el cambio del tamaño de las partículas de SAP tiene mucho que ver con la absorción y desorción de agua y la distribución de SAP en la matriz del concreto, así como el tamaño de los poros tras la liberación de agua, ya que mientras más grandes sean estos, claramente son menos

beneficiosos para el concreto. Por estos factores, la extensión y el alcance del efecto de curado interno del SAP puede tener efectos negativos.

Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), al igual que las dos investigaciones anteriores, observaron que, en la primera semana de edad, los SAP si incrementaron significativamente la resistencia a compresión. Así a los 7 días, el concreto con SAP a base de copolímero de acrilamida acrílica neutralizada con potasio (WL PAM) obtuvo un resultado de 17.7% mayor al concreto de referencia, posteriormente, a los 14 días un 11.7% mayor y a la edad de 28 días, fue 9% superior al concreto de referencia. De forma similar, el SAP a base de poliacrilato de sodio, también alcanzó resistencias mayores, pero con una evolución más lenta, donde a los 7, 14 y 28 días, logro ser 6.6%, 6.8% y 16% superior al concreto control, parte de ello se debe a la mayor capacidad de absorción de los SAP de poliacrilato de sodio en comparación al de potasio, lo que le permitió hincharse más en la solución de poros.

Este efecto contrario a lo observado en la presente investigación, puede deberse a que estos últimos trabajos de investigación, se realizaron en concretos con relación agua/materiales cementantes de 0.38 para Parizaca (2015) y Martínez (2017) y de 0.37 para Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), siendo estos tipos de concretos donde la demanda de agua para el curado es teóricamente mayor, ya que según Powers y Brownyard (1946), para relaciones agua/cementos menores a 0.42 es necesario el agua de curado interno para que las partículas de cemento puedan hidratarse completamente. Entonces el agua proporcionada por los SAP saturados, si juega un papel importante para mejorar las propiedades mecánicas desde los primeros días de edad en concretos con relación a/c inferiores a 0.42.

Por tanto, la dosis de adición de SAP en el concreto puede generar la pérdida o ganancia de resistencia a la compresión, dependiendo de la forma en que los SAP sean incluidos a la mezcla (seco o saturado), de la disponibilidad y facilidad con que el agua de curado interno sea absorbida por los polímeros y la velocidad en que esta será liberada posteriormente para maximizar la formación de productos de hidratación.

D4. De acuerdo a la Tabla 24, se determinó el promedio las resistencias a flexión de las muestras de concreto, donde el concreto de referencia obtuvieron 32.93 kg/cm² y aquellas con incorporación de polímeros super absorbentes fueron de 34.53 kg/cm², 35.14 kg/cm² y 36.92 kg/cm² para las dosis de 0.05%, 0.10% y 0.15% de SAP respectivamente, siendo esta última dosificación la que tiene un valor mayor en el módulo de rotura de las vigas, con un 12.1% sobre lo alcanzado por las muestras de referencia. Sin embargo, estas diferencias no son significativas estadísticamente, por ello, no se puede afirmar que la adición de SAP sea beneficioso para la resistencia a flexión del concreto.

Estos resultados, son distintos de los autores Lange, Khayat y D'Ambrosia (2021), ya que señalan que la resistencia a flexión del concreto curado internamente con polímeros super absorbentes aumentó ligeramente, registrándose un incremento del 16% en comparación con la mezcla de referencia, que fue de 645 psi para la mezcla de referencia. Esto demuestra que la optimización del proceso de curado del concreto con polímeros super absorbentes, mejora notablemente la adherencia entre los agregados y la pasta de cemento cuando los SAP son aplicados en estado seco y con el agua de curado interno en función de la contracción química de la pasta y, por tanto, la resistencia flexión por tracción.

D5. De acuerdo a la Tabla 29, el Coeficiente de Reducción de Agrietamiento para la mezcla con 0.05 % de SAP, es de 51.1% respecto a la mezcla de referencia sin adición de polímeros super absorbentes, luego para la mezcla con 0.10% de SAP es del 80% y por último para la mezcla con 0.15% de SAP resulto en un CRR del 100%. Esto quiere decir que los SAP contribuyen de manera efectiva a reducir y/o mitigar la contracción plástica del concreto $f'_c=280$ kg/cm² en condiciones ambientales de secado, principalmente porque contrarrestan las pérdidas de humedad. Esto coincide con la investigación de Dang, Zhao, y Zhaohua (2021), que señalan que los SAP pueden reducir la tasa de evaporación del agua externa, así como aliviar el gradiente de humedad relativa del concreto para mejorar la contracción por secado del concreto.

Arredondo (2019), estudio la contracción por secado en mezclas de mortero que, si bien es un tipo de contracción diferente a lo evaluado en esta tesis, sus resultados

también pueden explicar el aporte de los polímeros super absorbentes para contrarrestar el fenómeno de la contracción en el concreto. En su análisis establece que los polímeros pueden compensar la pérdida de agua debido a la evaporación y auto-desecación de la mezcla, porque estos liberan poco a poco la solución de poro que absorbieron previamente. Además de ello, también concuerda en que, a mayores dosificaciones de polímeros, mayor es su efectividad para reducir la contracción por secado.

Esto se debe a que, en las primeras etapas del endurecimiento del hormigón, los polímeros super absorbentes SAP añaden agua a los poros capilares de la matriz de cemento, lo que puede mantener el agua en los poros capilares, reducir la tensión capilar y aliviar la contracción autógena del concreto.

Cuando el concreto va perdiendo la humedad relativa en su estructura a una edad más avanzada, los SAP pueden liberar el agua interna almacenada para abastecer el consumo de agua en el concreto.

VI.- CONCLUSIONES

Se concluye que la adición de polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022; influye en la cantidad de agua extra para curado interno del concreto, mejorando la trabajabilidad y la resistencia mecánica del elemento, además de contribuir a reducir la fisuración por contracción plástica.

Se concluye que la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; fue elaborado en base a los datos obtenidos de los ensayos de caracterización de los agregados y mediante el método del ACI 211.1, donde se obtuvo una relación agua/cemento=0.466 para una resistencia a la compresión de $f'c=280$ kg/cm², donde la cantidad de materiales por m³ de concreto son 414.2 kg de cemento, 217.1 litros de agua, 594.3kg de arena, 1003.2 kg de agregado grueso. Las adiciones de polímeros super absorbentes previamente saturados en agua fueron en tres dosificaciones: 0.05%, 0.10% y 0.15% en peso del cemento.

Se concluye que los polímeros super absorbentes si influyen significativamente en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022; al incrementar los valores de asentamiento y peso unitario del concreto. En el primer caso los SAP mejoraron la fluidez y trabajabilidad, al reducir la fricción entre la pasta y los agregados, siendo el porcentaje de 0.1% de SAP, la cantidad adecuada de adición puesto que se encuentra dentro del rango de diseño de 3" a 4", con 3.7", sin embargo, a partir de 0.15% se observó una tendencia a la segregación en la mezcla. En cuanto al peso unitario, existe un incremento mínimo de 0.17% para el 0.05% de SAP, 0.41% para el 0.10% de SAP y 0.76% para el 0.15% de SAP, lo cual está relacionado al mejoramiento de la fluidez del concreto que ha permitido un mejor acomodo de las partículas de la mezcla de concreto.

El impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022; ha sido positivo a los 28 días de edad y con la adición del 0.10% de SAP, ya que logró

obtener un valor de 298.50 kg/cm² y el concreto de referencia de 283.82 kg/cm², lo que representa un incremento de 5.2%, sin embargo, las dosis de 0.05% y 0.15% no han tenido un aporte significativo.

La resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022, tiene valores que no varían de manera significativa respecto a los valores del grupo de referencia donde no se adicionó polímeros super absorbentes. Sin embargo, el valor promedio de resistencia para el concreto de referencia fue de 32.93 kg/cm², y para las adiciones de SAP de 0.05%, 0.10% y 0.15%, fueron de 34.53 kg/cm², 35.14 kg/cm² y 36.92 kg/cm² a correspondencia.

Se concluye que los polímeros super absorbentes tienen efectividad para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022, al reducir el coeficiente de agrietamiento en un 80% para la dosis de 0.10% y en un 100% con un 0.15% de SAP, por lo que, a mayor cantidad de adición de polímero, es mayor su efectividad para aliviar el gradiente de humedad relativa del concreto ante condiciones severas de pérdida de humedad. Asimismo, este resultado aporta a la durabilidad del elemento de concreto porque disminuye el riesgo de fisuración a edades tempranas después del vaciado.

VII.- RECOMENDACIONES

Se recomienda extender la investigación con la adición de polímeros superabsorbentes en partículas secas durante el mezclado del concreto, ya que, de acuerdo a otras investigaciones, se evidenciaron mejoras más significativas en las propiedades mecánicas resistentes, para lo cual será necesario realizar pruebas de absorción del SAP en soluciones alcalinas similares a la pasta de cemento, puesto que la capacidad de absorción se ve reducida dependiendo de la naturaleza química del polímero.

Se recomienda que, para futuras investigaciones, se corrobore el contenido óptimo de SAP basándose en la necesidad de compensar la contracción química de la pasta de materiales cementantes y así garantizar un curado interno adecuado. Además de emplear polímeros con un rango óptimo de tamaño de partícula, no mayor a 500 μm , para lograr el mejor efecto de absorción y desorción de agua en el concreto, además de una adecuada dispersión en la mezcla.

Se recomienda analizar la fisuración por contracción plástica del concreto en losas de pavimentos a escala real, en épocas y horarios con mayor gradiente térmico de la región Puno para verificar el comportamiento y el aporte del concreto adicionado con SAP.

Se recomienda desarrollar investigaciones en concretos con relación a/c mayor a 0.46, para conocer su posible aplicación a concretos más convencionales, y así mismo evaluar el comportamiento del concreto curado únicamente con polímeros super absorbentes o combinado con otros tipos de curado como cubiertas de polipropileno, formador liquido de membrana, etc.

Se recomienda realizar el estudio de las propiedades mecánicas y de durabilidad de los concretos con adición de polímeros super absorbentes a edades mayores a 28 días, ya que otros investigadores han demostrado que el efecto de curado interno puede promover eficazmente una segunda reacción de hidratación a larga edad, y más aún en concretos con materiales cementantes como cenizas volantes y escorias de alto horno.

REFERENCIAS

- ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 2.a ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 2009. 23, 235 pp. ISBN: 9786123020606
- APPLICATION of super absorbent polymers (SAP) in concrete construction— update of RILEM state-of-the-art report por Viktor Mechtcherine [et al]. *Materials and Structures* [en línea]. Marzo 2021, 54(80). [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1617/s11527-021-01668-z>
- ARREDONDO, Kelly Tatiana. Efectos del uso de polímeros superabsorbentes (SAP) como agente de curado interno en el desempeño mecánico y la durabilidad del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Envigado: Universidad EIA, 2019. 18, 96, 97 pp. Disponible en <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2520>
- ASTM C 125. Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. West Conshohocken: ASTM International, 2010. 4 pp.
- BENTZ, Dale P. y WEISS, William Jaison. Internal Curing: A 2010 State-of-the-Art Review [en línea]. Estados Unidos: National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, 2011. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/237259505_Internal_Curing_A_2010_State-of-the-Art_Review
- CEGARRA, José. Metodología de la investigación Científica y Tecnológica. Madrid: Díaz de Santos. 2004. 85 pp. ISBN: 8479786248
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No Arancelarias. NTP 334.001. CEMENTOS. Definiciones y nomenclaturas. Lima: INDECOPI, 2011. 8 pp.
- COMITÉ ACI 116. Terminología del cemento y el hormigón. Michigan: American Concrete Institute, 2000. 7 pp.
- COMMITTEE ACI 308. ACI 308R.16. Guide to External Curing of Concrete. Michigan: American Concrete Institute, 2016. 2 pp.
- DISEÑO y Control de Mezclas de Concreto por Steven H. KOSMATKA [et al.]. EE. UU: Portland Cement Association, 2004. 1,6,9,103, 305, 308 pp. ISBN 0893122335

- EFFECT of calcium stearate and aluminum powder on free and restrained drying shrinkage, crack characteristic and mechanical properties of concrete por Fazel Azarhomayun [et al]. *Cement and Concrete Composites* [en línea]. 2022, 125. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946521003437> ISSN: 0958-9465
- ESPINOZA, Gastón Jalil. Efecto del curado interno en hormigones y su aplicación como método complementario al curado tradicional en obra del hormigón. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniera). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010. 21 pp. Disponible en <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/15739>
- EXPERIMENTAL studies and drying shrinkage prediction model for concrete containing waste foundry sand por Sheikh Mayesser Mushtaq [et al]. *Cleaner Engineering and Technology* [en línea]. 2021, 2. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2022]. Disponible en: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821000318 ISSN: 2666-7908
- GIANI, R., NAVARRETE B. y BUSTOS J. La Retracción Autógena y su Relación con la Tendencia a la Fisuración a Temprana Edad en Pavimentos de Hormigón. *Revista de la Construcción* [en línea]. 2008, 7(2). [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612584006> ISSN: 0717-7925
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 6.^a ed. México D.F.: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2014. 141, 200-207 pp. ISBN: 9781456223960
- INSTITUTO Nacional de Calidad, NTP 400.037. AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. Lima: Inacal, 2018. 6 pp.
- LANGE, David A., KHAYAT, Kamat Henry y D'AMBROSIA, Matthew. Superabsorbent polymers in concrete to improve durability. Illinois: Illinois State Toll Highway Authority, 2021. 33, 34, 149 pp. Disponible en <https://www.illinoistollway.com/documents/20184/1185382/Superabsorbent+Polymers+in+Concrete+to+Improve+Durability.pdf/e73dae54-794f-46a7-4c34-f98d0a8a6735?version=1.0&t=1638970996969&download=true>
- LÓPEZ, Rodrigo. Concreto adicionado con Polímeros Súper Absorbentes (SAP): una revisión de características y campos de aplicación. *CienciAcierta* [en línea]. Enero-marzo 2022, 69. [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022].

Disponible en <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2022/01/10/concreto-adicionado-con-polimeros-super-absorbentes-sap-una-revision-de-caracteristicas-y-campos-de-aplicacion/>

- MARTÍNEZ, Jimmy. Analisis de las propiedades de un concreto de alta resistencia utilizando polimeros superabsorbentes y aditivos en la ciudad de Arequipa - 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017. 3, 4, 132, 133 pp. Disponible en <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6720>
- MAURELLO, Juan, MONDRAGÓN, Karen y ROMERO, Juan. Principales tipos de contracción, efectos sobre el concreto y sus métodos de mitigación. Trabajo de grado-Pregrado. Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020. 38 pp. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1374>
- MENÉNDEZ, José Rafael. Ingeniería de Pavimentos. 5.a ed. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia-ICG. 2016. 21 pp. ISBN: 9786124280153
- METODOLOGÍA de la Investigación. Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis por Humberto Ñaupas [et al]. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 136, 336, 363 pp. ISBN: 9789587628760
- MONTALVO, Marco y ALFARO, Marcelo. Geometría de losas del pavimento rígido en las alturas. *Vialidad y Transporte Latinoamericano* [en línea]. Julio-Setiembre 2015, 1(3). [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2022]. Disponible en:<http://vialidadytransporte.com/revista/Vialidad%20y%20Transporte%20Edici%C3%B3n%20N%C2%B0%2033.pdf>
- NEILL, David Alan, QUEZADA, César y ARCE, Juana Juliana. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica [en línea]. Machala: Ediciones UTMACH, 2018 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]. Capítulo 4. Investigación cuantitativa y cualitativa. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf> ISBN: 9789942240934
- NEVILLE, Adam Matthew y BROOKS, Jeffrey J. Concrete Technology. 2.^a ed. England: Pearson Education Limited, 2010. 233 pp. ISBN: 9780273732198
- NEW innovations in pavement materials and engineering: A review on pavement engineering research 2021 por Jiaqi Chen [et al]. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* [en línea]. Noviembre 2021, 8(6). [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209575642100101X> ISSN: 2095-7564.

- NIKHIL, Tr, SUSHMA, Rangaswamy, GOPINATH, M y SHANTHAPPA, BC. Impact of Water Quality on Strength Properties of Concrete. *Engineering* [en línea]. Julio 2014, 4(7). [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/314764099_Impact_of_Water_Quality_on_Strength_Properties_of_Concrete#:~:text=From%20the%20results%20it%20is,when%20compared%20to%20sewage%20water ISSN: 2249-555X
- PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cuantitativa. 3.^a ed. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. 40, 41, 105,115 pp. ISBN: 9802734454
- PAREDES, Katherine. Influencia de la incorporación del mucílago de nopal en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil Ambiental). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022. 34-36 pp. Disponible en <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4922>
- PARIZACA, Rony. Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros superabsorbentes en la ciudad de Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. 19,133 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2513>
- PASQUEL, Enrique. Tópicos de Tecnología del concreto. 2.^a ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Consejo Nacional, 1998. 13, 26, 27, 72 pp.
- POLYMERS as Key to Success? por Arn Mignon [*et al*]. *Materials* [en línea]. Febrero 2017, 10(237). [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2022]. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5503349/pdf/materials-10-00237.pdf>
- POWERS, T. C. y BROWNYARD, T. L. Studies of the physical properties of hardened portland cement paste. *J. Am. Concr. Inst.*,1946. 43 (9), 249–336. doi:10.14359/8745
- QUEZADA, César, APOLO, Nervi y DELGADO, Kenneth. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica [en línea]. Machala: Ediciones UTMACH, 2018 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]. Capítulo 1. Investigación científica. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf> ISBN: 9789942240934
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones, 2016. Norma Técnica CE.010 Pavimentos urbanos. Lima: RNE, 2016. 88 pp.

- RODRÍGUEZ, Sergio David y TORRES, Nancy. Evaluación de los efectos del curado interno del concreto. *Ingeniería e investigación* [en línea]. Agosto 2019, 39 (2). [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/view/76505> ISSN: 2248-8723
- SEGERER, Maximiliano. Los cuándo, por qué y cómo de las fisuras en el hormigón fresco. *Hormigonar* [en línea]. Abril 2009, 6 (17). [Fecha de consulta: 03 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://web.hormigonelaborado.com/pdf/hormigonar17.pdf> ISSN: 1668-608X
- SUPER-Absorbent Polymer: A Review on the Characteristics and Application por Pradnya Ingle [et al]. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science* [en línea]. 2020, 7(5). [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2022]. Disponible en <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijarcs/v7-i5/2.pdf>
- TAYLOR, Peter y BABCOCK, Anthony. Impacts of Internal Curing on Concrete Properties. Estados Unidos: National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University, 2015.1 pp.
- TOIRAC, José. Patología de la construcción. Grietas y fisuras en obras de hormigón. Origen y prevención. Ciencia y Sociedad [en línea]. Enero-marzo, 2004, 29(1). [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104> ISSN: 0378-7680
- UNDERSTANDING the carbonation of concrete with supplementary cementitious materials: a critical review by RILEM TC 281-CCC por von Greve-Dierfeld [et al]. *Materials and Structures* [en línea]. 2020, 53 (136). [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-020-01558-w>
- YOGESH, Pawar y SHRIKANT Kate. Curing of Concrete: A Review. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. Agosto 2008, 7(8). [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2022]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/344176273_Curing_of_Concrete_A_Review ISSN: 2395-0056
- ZOHURIAAN-MEHR, Mohammad Jalal y KABIRI, Kourosh. Superabsorbent Polymer Materials: A Review. *Iranian Polymer Journal* [en línea]. Junio 2008, 17(6). [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2022]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/242582443_Superabsorbent_Polymer_Materials_A_Review

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la influencia de los polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022?	Determinar la influencia de los polímeros super absorbentes en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022.	Los polímeros super absorbentes tienen una influencia en el diseño de mezclas de concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.	Variable independiente Polímeros super absorbentes	Propiedades físicas de los SAP	-Forma y distribución de partícula de los granos de SAP. - Absorción de las partículas de SAP.	Método de investigación: Científico Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativo Enfoque de investigación: Cuantitativo Diseño de investigación: Experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		Porcentajes de adición	0.05 % SAP 0.10 % SAP 0.15 % SAP	
¿Cuál es la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?	Determinar la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.	La dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno 2022, tiene una variante en la cantidad de agua de curado interno añadida.				
¿Cómo influyen los polímeros super absorbentes en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022?	Conocer la influencia de los polímeros super absorbentes en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022.	Los polímeros super absorbentes tienen una influencia en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno 2022.	Variable dependiente	Dosificación de materiales Propiedades físicas del concreto fresco	Cantidades Asentamiento y peso unitario	Población: Pavimentos rígidos elaborados con concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno.

<p>¿Cuál es el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?</p>	<p>Examinar el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.</p>	<p>Existe un impacto positivo en desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.</p>	<p>Concreto para fines pavimentación</p>	<p>Propiedades mecánicas del concreto</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Muestra Está conformada por los especímenes elaborados con incorporación de diferentes porcentajes de polímeros super absorbentes y concreto patrón, siendo un total de 36 briquetas, 12 vigas y 4 losas de 0.56m x 0.355m x 0.10m según norma ASTM C1579.</p> <p>Técnicas de recolección de datos Análisis documental Observación directa Ensayos de laboratorio Análisis y procesamiento de datos</p> <p>Instrumentos Fichas de recolección de datos Fichas de observación Software de procesamiento de datos y de contraste de hipótesis</p>
<p>¿Cuál es la variación de la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022?</p>	<p>Determinar la variación de la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.</p>	<p>Existe una variación menor al 5% en la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.</p>			<p>Resistencia a la flexión</p>	
<p>¿Qué efectividad tienen los polímeros super absorbentes para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022?</p>	<p>Establecer la efectividad que tienen los polímeros super absorbentes para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022.</p>	<p>Los polímeros super absorbentes son efectivos para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno 2022.</p>			<p>Fisuración del concreto</p>	

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES	Los polímeros super absorbentes (SAP), son un tipo de polímero con elevadas propiedades de absorción y retención de agua o soluciones acuosas dentro de su estructura y están formados por una red de cadenas poliméricas naturales y/o sintéticas reticuladas, siendo los más comunes los poliacrilatos de sodio o potasio y la acrilamida (Ingle, Meshram, Kanade y Nandanwar, 2020).	La capacidad de un SAP para absorber grandes volúmenes de agua y liberarlas posteriormente al interior de la estructura del concreto para la hidratación del cemento portland es un componente importante para modificar y/o mejorar las propiedades plásticas y mecánicas del concreto.	Dosificación del material	Porcentajes de adición 0.05%, 0.10% y 0.15%
			Propiedades físicas	-Forma y distribución de partícula de los granos de SAP. - Absorción de las partículas de SAP.
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
CONCRETO PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN	Es un concreto elaborado por cantidades adecuadas de agregados, agua y cemento Portland para ser colocado como superficie de rodadura, el cual debe resistir esfuerzos impuestos por cargas repetidas y erosión por altos volúmenes de tráfico (Norma Técnica CE.010, 2016).	Las propiedades del concreto se conocen a través de los ensayos de materiales en laboratorio, para lo cual existen guías o normas técnicas nacionales e internacionales para llevarlas a cabo.	Dosificación de materiales	Cantidades, porcentajes
			Propiedades del concreto fresco	Asentamiento y peso unitario
			Propiedades del concreto endurecido	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión
			Fisuración del concreto por contracción plástica.	Índice de reducción de contracción del concreto

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

OBJETIVOS ESPECIFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Determinar la dosificación del concreto con adición de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.	Está conformada por 52 especímenes de concreto con resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm ² elaborado en la ciudad de Puno.	La muestra está definida por 52 especímenes de concreto, de los cuales 36 son briquetas, 12 vigas y 4 losas de 0.56m x 0.355m x 0.10m según norma ASTM C1579.	ANALISIS DOCUMENTAL	FICHAS DE RECOJO
Conocer la influencia de los polímeros super absorbentes en las propiedades del concreto en estado fresco para fines de pavimentación, Puno, 2022.			OBSERVACION	FICHAS DE OBSERVACION
Examinar el impacto en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.			OBSERVACION	FICHAS DE OBSERVACION
Conocer la variación de la resistencia a flexión del concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022.			OBSERVACION	FICHAS DE OBSERVACION
Establecer la efectividad que tienen los polímeros super absorbentes para el control de fisuras por contracción plástica del concreto para fines de pavimentación, Puno, 2022.			OBSERVACION	FICHAS DE OBSERVACION

ANEXO 4: Panel Fotográfico

<i>PANEL FOTOGRÁFICO</i>	
TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena
	
Foto N°1. Muestreo del agregado grueso (piedra chancada).	Foto N°2. Muestreo del agregado fino (arena de río).
	
Foto N°3. Tamizado del agregado grueso para análisis granulométrico.	Foto N°4. Tamizado del agregado fino para análisis granulométrico

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS | Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022

AUTOR | Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°5. Tamizado del agregado grueso para análisis granulométrico.

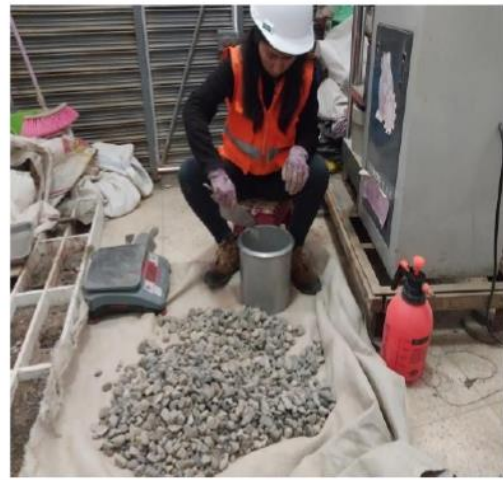


Foto N°6. Ensayo de peso unitario suelto y varillado del agregado grueso.



Foto N°7. Registro de peso unitario del agregado grueso.



Foto N°8. Ensayo de peso unitario suelto y varillado del agregado fino.



Foto N°9. Registro de peso unitario del agregado grueso.



Foto N°10. Agregado grueso saturado superficialmente seco empleado para determinar su absorción.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°11. Ensayo normalizado de peso específico del agregado grueso.



Foto N°12. Apisonado de AF en cono para asimiento de humedad superficial, en ensayo de gravedad específica y absorción.



Foto N°13. Desmoronamiento del agregado fino después de retirar el cono, indicando que tiene la condición de superficie seca.



Foto N°14. Picnómetro con el agregado fino y agua, de donde se extrajo el aire atrapado mecánicamente y luego fue pesado.



Foto N°15. Secado de agregados en horno eléctrico para determinar su contenido de humedad.



Foto N°16. Polímeros super absorbentes empleados en la investigación.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°17. Tamizado de polímeros super absorbentes.



Foto N°18. Prueba de absorción de los SAP en agua potable.



Foto N°19. Pesado de materiales para las mezclas de concreto.



Foto N°20. Saturación de los SAP previo al mezclado de los materiales.



Foto N°21. Mezclado de los componentes del concreto.



Foto N°22. Vaciado de la mezcla de concreto en carretilla.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022

AUTOR Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°23. Ensayo de asentamiento del concreto de referencia.



Foto N°24. Ensayo de asentamiento del concreto con 0.10% de SAP.



Foto N°25. Enrasado de recipiente con concreto fresco en el ensayo de peso unitario.



Foto N°26. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto.



Foto N°27. Elaboración de probetas prismáticas de concreto.



Foto N°28. Curado de probetas de estudio en poza de curado

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022

AUTOR Bach. Escalante Alvarez, Milena

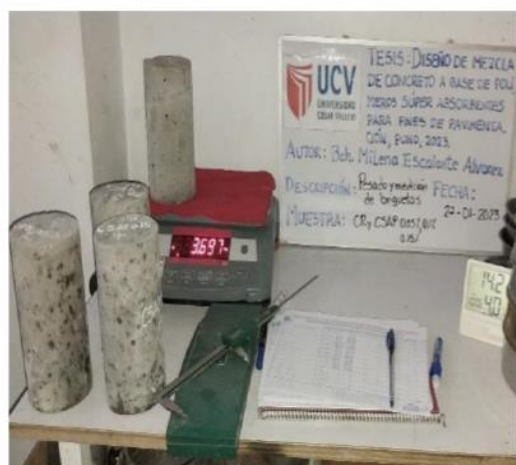


Foto N°29. Pesado y registro de medidas de las briquetas de concreto.



Foto N°30. Rotura de probetas de concreto a los 7 días de edad.



Foto N°31. Briquetas de concreto ensayados a compresión a los 7 días.



Foto N°32. Rotura de probetas de concreto a los 14 días de edad.



Foto N°33. Briquetas de concreto ensayados a compresión a los 14 días.



Foto N°34. Rotura de probetas de concreto a los 28 días de edad.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°35. Vigas de concreto de referencia para ser ensayados a resistencia a flexión.



Foto N°36. Vigas de concreto con 0.05% de SAP para ser ensayados a resistencia a flexión.



Foto N°37. Vigas de concreto con 0.10% de SAP para ser ensayados a resistencia a flexión.



Foto N°38. Vigas de concreto con 0.15% de SAP para ser ensayados a resistencia a flexión.



Foto N°39. Registro de medidas y peso de probetas prismáticas de concreto.



Foto N°40. Ensayo de peso unitario suelto y varillado del agregado fino.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena



Foto N°41. Vigas de concreto después de ser ensayadas a flexión a los 28 días de edad.



Foto N°42. Ensayo de asentamiento del concreto para los paneles del ensayo ASTM-C-1579.



Foto N°43. Armado de cámara ambiental para el ensayo de contracción plástica del concreto.

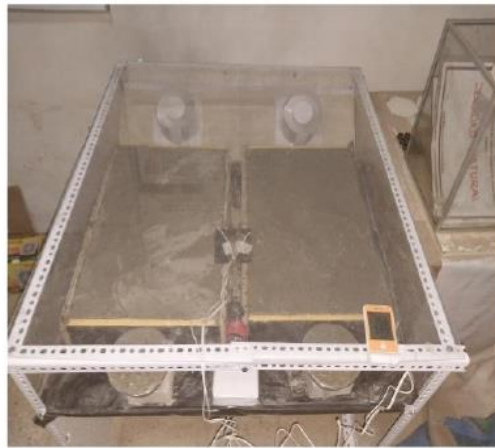


Foto N°44. Acondicionamiento de equipos de medición de condiciones ambientales.

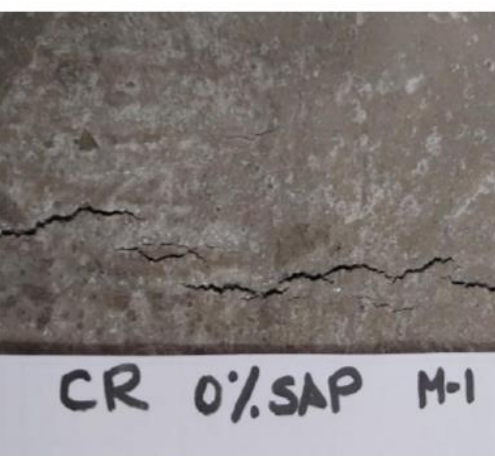


Foto N°45. Aparición de fisuras por contracción plástica del concreto sin adición de polímeros super absorbentes.

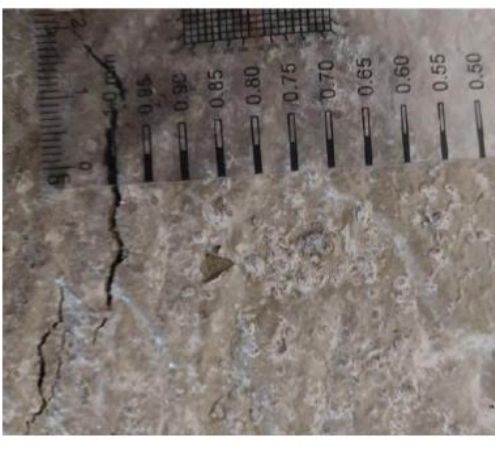


Foto N°46. Medición del ancho de fisuras en el panel de concreto de referencia con la tarjeta comparadora de fisuras.

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	Diseño de mezcla de concreto a base de polímeros super absorbentes para fines de pavimentación, Puno, 2022		
AUTOR	Bach. Escalante Alvarez, Milena		
			
<p>Foto N°47. Medición del ancho de fisuras en el panel de concreto con 0.05% de SAP con la tarjeta comparadora de fisuras.</p>	<p>Foto N°48. Medición del ancho de fisuras en el panel de concreto con 0.10% de SAP con el calibrador Gauge.</p>		
			
<p>Foto N°49. Panel de concreto con 0.15% de SAP sin aparición de fisuras.</p>	<p>Foto N°50. Panel de concreto de referencia o control después de ser sometido a pérdidas severas de humedad.</p>		
			
<p>Foto N°51. Panel de concreto con 0.05% de SAP, después de 24 horas de su colocación.</p>	<p>Foto N°52. Panel de concreto con 0.10% de SAP, después de 24 horas de su colocación.</p>		

ANEXO 5: Reportes de ensayos de laboratorio



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

DATOS GENERALES	
TESIS	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Milena Escalante Alvarez
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO
FECHA	: 04 de Enero del 2023
DATOS DE LA MUESTRA	
CANTERA	: C. LARAQUERI /TICONSUR S.A.C.-PIEDRA
MUESTRA	: AGREGADO PARA CONCRETO
TIPO DE MUESTREO	: EXPLORACIÓN A CIELO ABIERTO
FECHA DE MUESTREO	: ENERO DEL 2023

ARENA													
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro ASTM C 128								
3/8"		0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A -Masa de muestra secada al horno</td> <td style="text-align: right;">483.06</td> </tr> <tr> <td>B -Masa del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">691.48</td> </tr> <tr> <td>C -Masa del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">967.32</td> </tr> <tr> <td>S -Masa de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.18</td> </tr> </table>	A -Masa de muestra secada al horno	483.06	B -Masa del picnómetro con agua	691.48	C -Masa del Pic. + muestra + agua	967.32	S -Masa de muestra saturada seca (SSS)	500.18
A -Masa de muestra secada al horno	483.06												
B -Masa del picnómetro con agua	691.48												
C -Masa del Pic. + muestra + agua	967.32												
S -Masa de muestra saturada seca (SSS)	500.18												
N° 4		0.00	0.00	100.00									
N° 8	70.87	13.98	13.98	86.02									
N° 16	63.97	12.62	26.59	73.41									
					PESO ESPECÍFICO								
N° 30	88.05	17.37	43.96	56.04	B+S-C= 224 B+A-C= 207								
N° 50	172.18	33.96	77.92	22.08	Densidad relativa(Gravedad Específica) OD 2.15								
N° 100	89.17	17.59	95.50	4.50	Densidad relativa(Gravedad Específica) SSD 2.23								
N° 200	14.68	2.90	98.40	1.60	Densidad relativa Aparente (Gravedad Específica) 2.33								
FONDO	8.13	1.60	100.00	0.00									
					ABSORCIÓN								
SUMA	507.05	100.00			S-A = 17.12								
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					%Abs = 3.54								
Mf = MODULO DE FINEZA					2.579 gr/cm3								

GRAVA - HORMIGON											
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método de Inmersión ASTM C 127						
2"	0.00	0.00	0.00	100	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A -Masa de muestra secada al horno</td> <td style="text-align: right;">925.93</td> </tr> <tr> <td>B -Masa de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">945.90</td> </tr> <tr> <td>C -Masa aparente de la muestra sumergida</td> <td style="text-align: right;">577.55</td> </tr> </table>	A -Masa de muestra secada al horno	925.93	B -Masa de muestra saturada seca (SSS)	945.90	C -Masa aparente de la muestra sumergida	577.55
A -Masa de muestra secada al horno	925.93										
B -Masa de muestra saturada seca (SSS)	945.90										
C -Masa aparente de la muestra sumergida	577.55										
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00							
1"	950.74	12.70	12.70	87.30							
					PESO ESPECÍFICO						
3/4"	2959.30	39.53	52.24	47.76	B-C = 368 A-C = 348						
1/2"	2411.03	32.21	84.45	15.55	Densidad relativa(Gravedad Específica) OD 2.51						
3/8"	996.39	13.31	97.76	2.24	Densidad relativa(Gravedad Específica) SSD 2.57						
1/4"					Densidad relativa Aparente (Gravedad Específica) 2.66						
N° 4	167.87	2.24	100.00	0.00							
					ABSORCIÓN						
N° 8		0.00	100.00	0.00	B-A = 19.97						
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	%Abs = 2.16						
SUMA	7485.33	100.00									
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico											
Mf = MODULO DE FINEZA											

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Bach. LILY-MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 97139310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ING. AJEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESOS UNITARIOS

DATOS GENERALES	
TESIS	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Milena Escalante Alvarez
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO
FECHA	: 04 de Enero del 2023

DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	: C. LARAQUERI /TICONSUR S.A.C.-PIEDRA	TIPO DE MUESTREO	: EXPLORACION A CIELO ABIERTO
MUESTRA	: AGREGADO PARA CONCRETO	FECHA DE MUESTREO	: ENERO DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMATIVA ASTM C 566

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Masa Tara	89.77	Masa Tara	78.86
Masa Tara + Muestra H.	693.81	Masa Tara + Muestra H.	1110.42
Masa Tara + Muestra S.	658.43	Masa Tara + Muestra S.	1102.15
Masa Agua	35.38	Masa Agua	8.27
Masa Muestra Seca	568.66	Masa Muestra Seca	1023.29
% HUMEDAD	6.22	% HUMEDAD	0.81

PESOS UNITARIOS

NORMATIVA ASTM C 29

AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

DENSIDAD APARENTE SUELTA				DENSIDAD APARENTE SUELTA			
MASA MOLDE	9.045 kg.	VOL. MOLDE	0.00210 m3	MASA MOLDE	2.467 kg.	VOL. MOLDE	0.00704 m3
Masa de Molde + Muestra Suelta	12.302 kg.	12.303 kg.	12.269 kg.	Masa de Molde + Muestra Suelta	12.621 kg.	12.587 kg.	12.585 kg.
Densidad Aparente Suelta	1551 kg/m3	1552 kg/m3	1536 kg/m3	Densidad Aparente Suelta	1443 kg/m3	1438 kg/m3	1438 kg/m3
Densidad aparente Suelta - Promedio			1546 kg/m3	Densidad aparente Suelta - Promedio			1439 kg/m3

DENSIDAD APARENTE VARRILLADA				DENSIDAD APARENTE VARRILLADA			
MASA MOLDE	9.045 kg.	VOL. MOLDE	0.00210 m3	MASA MOLDE	2.467 kg.	VOL. MOLDE	0.00704 m3
Masa de Molde + Muestra Varillada	12.472 kg.	12.496 kg.	12.497 kg.	Masa de Molde + Muestra Varillada	13.183 kg.	13.181 kg.	13.173 kg.
Densidad Aparente Varillada	1632 kg/m3	1644 kg/m3	1644 kg/m3	Densidad Aparente Varillada	1523 kg/m3	1522 kg/m3	1521 kg/m3
Densidad Aparente Varillada - Promedio			1640 kg/m3	Densidad Aparente Varillada - Promedio			1522 kg/m3

CONTENIDO DE VACIOS

NORMATIVA ASTM C 29

AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

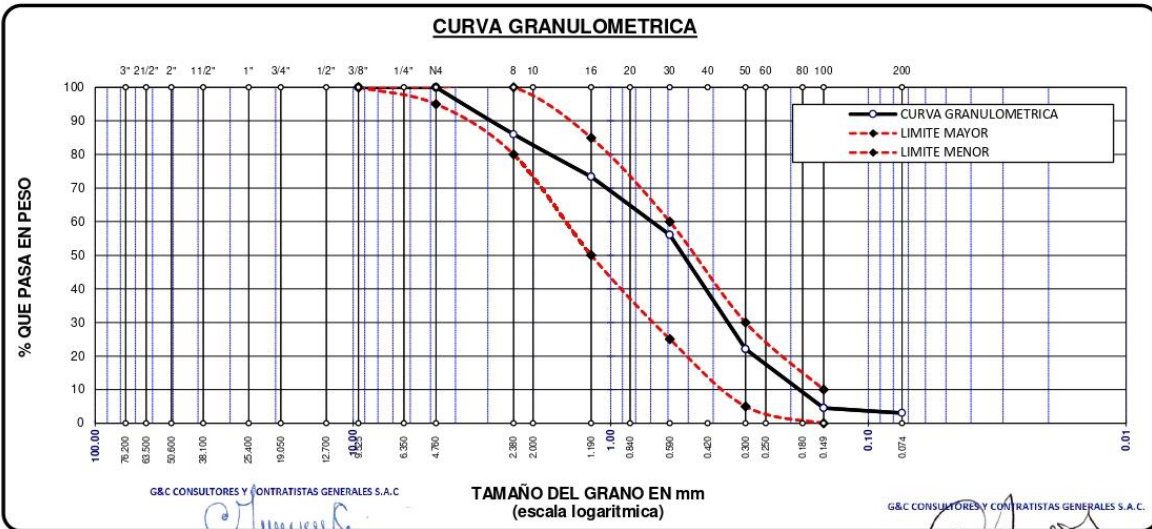
Densidad Relativa (Gravedad específica) OD	2.15	Densidad Relativa (Gravedad específica) OD	2.51
% de Vacios - muestra Suelta	28.0	% de Vacios - muestra Suelta	42.6
% de Vacios - muestra Consolidada	23.7	% de Vacios - muestra Consolidada	39.3

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 07330230

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMATIVA (ASTM C136)							
DATOS GENERALES							
TESIS	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022						
SOLICITANTE	: Bach. Milena Escalante Alvarez						
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO						
FECHA	: 04 de Enero del 2023						
DATOS DE LA MUESTRA							
CANTERA	: C. LARAQUERI /TICONSUR S.A.C.-PIEDRA			TIPO DE MUESTREO : EXPLORACIÓN A CIELO ABIERTO			
MUESTRA	: AGREGADO PARA CONCRETO			FECHA DE MUESTREO : ENERO DEL 2023			
AGREGADO FINO - HORMIGON							
TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		
3/8 in.	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	PESO INICIAL : 507.05 gr. <hr/> GRAVA : 0.00 % ARENA : 86.02 % FINO : 1.60 %
1/4 in.	6.350						
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No8	2.380	70.87	13.98	13.98	86.02	80 - 100 %	
No10	2.000						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA MODULO DE FINEZA : 2.579 PESO ESPECIFICO : 2.230 gr/cm ³ PESO UNIT. SUELTO : 1546 Kg/m ³ PESO UNIT. VAR. : 1640 Kg/m ³ % HUMEDAD : 6.22 % % ABSORCIÓN : 3.54 %
No16	1.190	63.97	12.62	26.59	73.41	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	88.05	17.37	43.96	56.04	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	172.18	33.96	77.92	22.08	10 - 30 %	
No60	0.250						
No100	0.149	89.17	17.59	95.50	4.50	2 - 10%	
No200	0.074	14.68	2.90	98.40	1.60		
BASE		8.13	1.60	100.00	0.00		
TOTAL		507.05	100.00				% ABSORCIÓN : 3.54 %
% PERDIDA		1.60					



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

TAMAÑO DEL GRANO EN mm
(escala logarítmica)

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Milena Escalante

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
UNI - 072 261330

Alex Luis Gomez

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMATIVA (ASTM C136)

DATOS DE GENERALES

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022

SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO

FECHA : 04 de Enero del 2023

DATOS DE LA MUESTRA

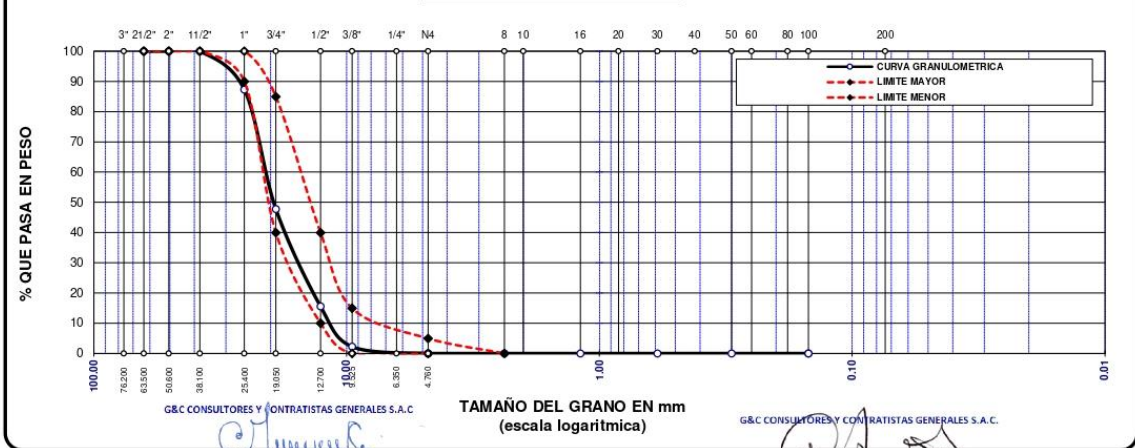
CANTERA : C. LARAQUERI /TICONSUR S.A.C.-PIEDRA **TIPO DE MUESTREO** : EXPLORACIÓN A CIELO ABIERTO

MUESTRA : AGREGADO PARA CONCRETO **FECHA DE MUESTREO** : ENERO DEL 2023

AGREGADO GRUESO -HORMIGON

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO INICIAL : 7485.33 gr
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	950.74	12.70	12.70	87.30		GRAVA : 100.00 %
3/4"	19.050	2959.30	39.53	52.24	47.76		ARENA : 0.00 %
1/2"	12.700	2411.03	32.21	84.45	15.55		FINO : 0.00 %
3/8"	9.525	996.39	13.31	97.76	2.24		CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1/4"	6.350						
No4	4.760	167.87	2.24	100.00	0.00		
No8	2.380	0.00	0.00	100.00	0.00		
No16	1.190						
No30	0.590						
No 50	0.300						
No100	0.149						
No200	0.074						
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		7485.33	100.00				MODULO DE FINEZA :
% PERDIDA		0.00					PESO ESPECIFICO : 2.57 gr/cm ³
							PESO UNIT. SUELTO : 1439 Kg/m ³
							PESO UNIT. VAR. : 1522 Kg/m ³
							% HUMEDAD : 0.81 %
							% ABSORCIÓN : 2.16 %
							HUSO : 56
							OREN : 11

CURVA GRANULOMETRICA



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

TAMAÑO DEL GRANO EN mm
(escala logarítmica)

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. I.E.-MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
UNI : 47126310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

NORMATIVA (ACI 211.1.89 - ACI 211.1.91-R09)

F'_c = 280Kg./cm.² - R a/c = 0.466

DATOS GENERALES

TESIS	: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022
SOLICITANTE	: Bach. Milena Escalante Alvarez
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO
FECHA	: 04 de Enero del 2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: C. LARAQUERI /TICONSUR S.A.C.-PIEDRA	TIPO DE MUESTREO	: EXPLORACIÓN A CIELO ABIERTO
MUESTRA	: AGREGADO PARA CONCRETO	FECHA DE MUESTREO	: ENERO DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO DE MEZCLAS TEÓRICO DEL CONCRETO CONVENCIONAL

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión **F'_c = 280** Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio **F'_{cr} = 364** Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de: **S = 3" a 4"** (76,2 mm. A 101,6 mm.)

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones.

Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es: **T.M.N. = 1 "** (25.40mm)

Además se indica las características de los agregados definidos con los ensayos realizados en laboratorio, realizadas previamente y las características del cemento a utilizar:

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO PORTLAND YURA TIPO HE

Peso Específico	2.94	gr/cm ³
-----------------	------	--------------------

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (HORMIGON+PIEDRA CHANCADA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.568	2.230
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1522	1640
P.U. Suelto	1439	1546
% de Absorción	2.16	3.54
% de Humedad Natural	0.81	6.22
Modulo de Fineza	0.000	2.579

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1 El asentamiento dado es de **3" a 4"** (76,2 mm. A 101,6 mm.).
- 2 Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **1 "** (25.40mm)

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDRORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 UNI : 9719232

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

- 3 Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m³**
- 4 Como el concreto no estará sometido a intemperismo moderado se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5 Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.466**
- 6 De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 5 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.466) = 440 \text{ Kg/m}^3$$

- 7 De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **2.579** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1522 Kg/m³** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de **1 "** (25.40mm) se recomienda el uso de **0.642 m³** de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.642) * (1522) = 977 \text{ Kg/m}^3$$

- 8 Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (440) / (2.94 * 1000)	= 0.150
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (977) / (2.57 * 1000)	= 0.381
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.755

Volúmen absoluto de arena:

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.755) = 0.245 \text{ m}^3$$

$$(0.245) * (2.23) * 1000 = 546 \text{ Kg/m}^3$$

- 9 De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo } (977) * (1.01) = 985.03 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo } (546) * (1.06) = 579.9 \text{ Kg.}$$

- 10 El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 977 * (0.81 - 2.16) - 546 (6.22 - 3.54) = 204$$

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDDRY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 UNI - 071.09339

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO POR M3 DE C° (kg)	PROPORCION EN VOLUMEN - PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO POR M3 DE C° (kg)	PROPORCION EN VOLUMEN - PESO HUMEDO
Cemento	440	1.00	440	1.00
Agua	205	0.466	204	0.46
Agreg. Grueso	977	2.22	985	2.24
Agreg. Fino	546	1.24	580	1.32
Aire	2.0 %		2.0 %	

10.4 BOLSAS DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento : 42.50 Kg.
 Agreg. Grueso : 95.16 Kg.
 Agreg. Fino : 56.02 Kg.
 Agua efectiva : 19.67 Kg.
 Aditivo :

Hormigon Seleccionado : 151.19 Kg.

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

1.0 Bolsa de Cemento: Redondeo
 - **2.34** p3 de Grava **2.3** p3 de Grava
 - **1.28** p3 de Arena **1.3** p3 de Arena
 - **20** Lt de Agua **20** Lt de Agua
 - de Aditivo de Aditivo
 - **3.62** p3 de Hormigon **3.6** p3 de Hormigon

DOSIFICACION POR VOLUMEN:

Para un Metro Cúbico

Bolsa de Cemento: **10.4**
 Cemento : 0.150 m3
 Agregado Grava : 0.647 m3
 Agregado Fino : 0.354 m3
 Agua : 0.204 m3
 Aditivo :
 Hormigon : 1.001

RECOMENDACIONES:

- El presente diseño de mezclas es teórico según ACI 211.1-91-R09 y requiere su comprobacion experimental a los 7, 14 y/o 28 dias, para verificar el diseño por asentamiento, resistencia y rendimiento.
- Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem **DOSIFICACION POR TANDAS**.
- Se debera de realizar las correcciones del contenido de humedad del A.F. Y A.G. en obra, ya que el agua es variable y se debe controlar en obra.
- El peso especifico del cemento se tomo de la ficha tecnica del cemento YURA TIPO HE 32.5

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 UNI - 07230230

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@7d:(1-12) G&C FECHA : 07 de Marzo del 2023
---	--

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - 0% SAP	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA			
MUESTRAS : 03 PROBETAS		FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023	
EDAD DE LA PROBETA : 07 Días		FECHA DE ROTURA : 28 de Enero del 2023	

DATOS DEL ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO	
MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21		F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)	
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.		F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)	

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.14$ mm x h=201.7 mm ----- CR-1_0% SAP	3689	2280	1.99	1.00	8034.07	157.55	19.55	71.2%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.19$ mm x h=201.51 mm ----- CR-2_0% SAP	3656	2260	1.99	1.00	8042.02	164.82	20.43	74.4%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.18$ mm x h=201.49 mm ----- CR-3_0% SAP	3626	2280	2.01	1.00	7882.28	160.03	20.25	73.7%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 /C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CR-1_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 199.37 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CR-2_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 208.35 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CR-3_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 206.48 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

TIPO 1
CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS

TIPO 2
CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.

TIPO 3
AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.

TIPO 4
FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.

TIPO 5
FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)

TIPO 6
SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LEIDY MARY CARMELI YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@14d:(2-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - 0% SAP	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 14 Días	FECHA DE ROTURA : 04 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.21\text{ mm}$ x $h=202.39\text{ mm}$ ----- CR-4_0% SAP	3681	2260	2.00	1.00	8045.20	189.43	23.48	85.5%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.19\text{ mm}$ x $h=202.16\text{ mm}$ ----- CR-5_0% SAP	3645	2240	2.00	1.00	8042.02	190.51	23.62	86.0%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.2\text{ mm}$ x $h=201.19\text{ mm}$ ----- CR-6_0% SAP	3668	2270	1.99	1.00	8043.61	193.92	24.03	87.5%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.

* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁ ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CR-4_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

239.41 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CR-5_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

240.86 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CR-6_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

245.07 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p style="text-align: center;"><1 in. [25 mm]</p>					
<p>TIPO 1</p> <p>CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2</p> <p>CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY COMO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3</p> <p>AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4</p> <p>FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5</p> <p>FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6</p> <p>SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LICHMARY CARMEN YANA CONDORY

Bach. LICHMARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(3-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - 0% SAP	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 28 Días	FECHA DE ROTURA : 18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.74 \text{ mm}$ x $h=201.11 \text{ mm}$ ----- CR-7_0% SAP	3637	2270	2.00	1.00	7970.65	223.81	28.00	102.0%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.32 \text{ mm}$ x $h=201.86 \text{ mm}$ ----- CR-8_0% SAP	3695	2270	1.99	1.00	8062.70	225.15	27.84	101.4%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.92 \text{ mm}$ x $h=201.38 \text{ mm}$ ----- CR-9_0% SAP	3664	2270	2.00	1.00	7999.16	221.93	27.66	100.7%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.

* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁ ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CR-7_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

285.49 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CR-8_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

283.89 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CR-9_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES:

282.08 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. (25 mm) DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>	

Bach. LEIDY MARY CARMELI YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@7d:(4-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.05	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 07 Días	FECHA DE ROTURA : 28 de Enero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.32 \text{ mm}$ x $h=202.24 \text{ mm}$ CSAP 0.05-1_CSAP 0.05	3674	2250	2.00	1.00	8062.70	160.19	19.81	72.1%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.41 \text{ mm}$ x $h=201.33 \text{ mm}$ CSAP 0.05-2_CSAP 0.05	3605	2260	2.01	1.00	7918.52	157.84	19.88	72.4%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.47 \text{ mm}$ x $h=202.69 \text{ mm}$ CSAP 0.05-3_CSAP 0.05	3656	2230	2.00	1.00	8086.59	158.27	19.51	71.1%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-1_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 202.00 Kg./cm²
* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-2_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 202.70 Kg./cm²
* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-3_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 199.00 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS	TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.	TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.	TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.	TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)	TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LEIDY MARY CARMELI YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@14d(5-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.05	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 14 Días	FECHA DE ROTURA : 04 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.57\text{ mm}$ x $h=202.67\text{ mm}$ CSAP 0.05-4_CSAP 0.05	3640	2260	2.02	1.00	7943.77	192.65	24.19	88.1%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.9\text{ mm}$ x $h=202.38\text{ mm}$ CSAP 0.05-5_CSAP 0.05	3648	2250	2.01	1.00	7995.99	188.59	23.52	85.7%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.42\text{ mm}$ x $h=201.96\text{ mm}$ CSAP 0.05-6_CSAP 0.05	3649	2280	2.01	1.00	7920.09	195.65	24.64	89.7%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 /C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

*LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-4_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 246.67 Kg./cm²
*LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-5_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 239.85 Kg./cm²
*LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-6_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 251.24 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>
---	---	--	--	--	---

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LEIDY MARY CARMELI YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(6-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.05	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 28 Días	FECHA DE ROTURA : 18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA [KN]	RESISTENCIA A COMPRESIÓN [Mpa]	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]		[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.19\text{ mm}$ x $h=202.44\text{ mm}$ CSAP 0.05-7_CSAP 0.05	3661	2250	2.00	1.00	8042.02	229.61	28.47	103.7%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.69\text{ mm}$ x $h=202.32\text{ mm}$ CSAP 0.05-8_CSAP 0.05	3682	2240	1.99	1.00	8121.69	233.05	28.61	104.2%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.73\text{ mm}$ x $h=202.82\text{ mm}$ CSAP 0.05-9_CSAP 0.05	3693	2240	1.99	1.00	8128.08	227.15	27.86	101.5%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-7_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 290.32 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-8_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 291.70 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-9_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 284.12 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p style="font-size: small;"><1 in. [25 mm]</p>					
<p>TIPO 1</p> <p style="font-size: x-small;">CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2</p> <p style="font-size: x-small;">CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3</p> <p style="font-size: x-small;">AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4</p> <p style="font-size: x-small;">FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5</p> <p style="font-size: x-small;">FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6</p> <p style="font-size: x-small;">SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LEIDY MARY CARMELI YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@7d:(7-12) G&C FECHA : 07 de Marzo del 2023
---	--

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.1	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 07 Días	FECHA DE ROTURA : 28 de Enero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.54 \text{ mm}$ x $h=202.2 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-1_CSAP 0.1	3658	2280	2.01	1.00	7939.03	157.48	19.78	72.1%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.97 \text{ mm}$ x $h=203.18 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-2_CSAP 0.1	3675	2260	2.01	1.00	8007.09	150.19	18.71	68.1%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.79 \text{ mm}$ x $h=202.98 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-3_CSAP 0.1	3689	2230	1.99	1.00	8137.67	156.43	19.17	69.8%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTÁ ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-1_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 201.74 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-2_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 190.77 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-3_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 195.44 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. (25 mm) DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LIC. MARY CARMELI YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@14d(8-12) G&C FECHA : 07 de Marzo del 2023
---	--

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.1	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C. TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS EDAD DE LA PROBETA : 14 Días	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023 FECHA DE ROTURA : 04 de Febrero del 2023
--	---

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21 RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F' c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.) F' c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)
--	--

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.61 \text{ mm}$ x $h=202.03 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-4_CSAP 0.1	3664	2240	1.99	1.00	8108.92	193.55	23.79	86.7%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.73 \text{ mm}$ x $h=202.52 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-5_CSAP 0.1	3647	2260	2.01	1.00	7969.07	189.61	23.73	86.4%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.39 \text{ mm}$ x $h=202.29 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-6_CSAP 0.1	3665	2240	2.00	1.00	8073.84	198.09	24.46	89.1%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-4_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 242.64 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-5_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 241.98 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-6_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 249.45 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS	TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.	TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.	TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.	TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)	TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LICHARRY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(9-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.1	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 28 Días	FECHA DE ROTURA : 18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F' c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F' c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA [KN]	RESISTENCIA A COMPRESIÓN [Mpa]	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]		[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.14 \text{ mm}$ x $h=202.01 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-7_CSAP 0.1	3690	2270	2.00	1.00	8034.07	240.10	29.80	108.5%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.83 \text{ mm}$ x $h=201.78 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-8_CSAP 0.1	3651	2270	2.00	1.00	7984.90	234.13	29.24	106.5%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.46 \text{ mm}$ x $h=201.19 \text{ mm}$ ----- CSAP 0.1-9_CSAP 0.1	3685	2270	1.98	1.00	8084.99	233.46	28.78	104.8%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).
* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-7_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES: 303.86 Kg./cm²
* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-8_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES: 298.15 Kg./cm²
* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-9_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES: 293.50 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p style="text-align: center;"><1 in. [25 mm]</p>					
<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Milena Escalante Alvarez

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luis Gomez Calla

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@7d(10-12) G&C
	FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C.
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez	TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.
ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.15	

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA : 07 Días	FECHA DE ROTURA : 28 de Enero del 2023

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.79 \text{ mm}$ x $h=202.17 \text{ mm}$ CSAP 0.15-1_CSAP 0.15	3655	2270	2.01	1.00	7978.56	145.64	18.20	66.3%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.38 \text{ mm}$ x $h=201.45 \text{ mm}$ CSAP 0.15-2_CSAP 0.15	3621	2230	1.99	1.00	8072.25	151.14	18.66	68.0%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.08 \text{ mm}$ x $h=201.81 \text{ mm}$ CSAP 0.15-3_CSAP 0.15	3613	2230	2.00	1.00	8024.54	140.91	17.51	63.8%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.

* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-1_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

185.63 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-2_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

190.33 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-3_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

178.54 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. (25 mm) DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDADAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>
---	---	--	--	--	---

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LICHARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-Fc:280@14d:(11-12) G&C FECHA : 07 de Marzo del 2023
---	--

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.15	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C. TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS EDAD DE LA PROBETA : 14 Días	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023 FECHA DE ROTURA : 04 de Febrero del 2023
--	---

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21 RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.) F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)
--	--

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.75 \text{ mm}$ x $h=201.83 \text{ mm}$ CSAP 0.15-4_CSAP 0.15	3596	2190	1.98	1.00	8131.28	182.37	22.36	81.4%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.12 \text{ mm}$ x $h=200.97 \text{ mm}$ CSAP 0.15-5_CSAP 0.15	3567	2210	1.99	1.00	8030.90	192.74	23.92	87.1%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=102.18 \text{ mm}$ x $h=201.34 \text{ mm}$ CSAP 0.15-6_CSAP 0.15	3617	2190	1.97	1.00	8200.15	185.93	22.59	82.3%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 / C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-4_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 227.97 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-5_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 243.96 Kg./cm²
 * LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-6_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 230.39 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. [25 mm] DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LICHARRY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO

(STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS (ASTM C39 / C39M - 21))

TESIS : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-Fc:280@28d:(12-12) G&C FECHA : 07 de Marzo del 2023
---	--

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO	
SOLICITANTE : Bach. Milena Escalante Alvarez ELEMENTO E° : CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.15	SUPERVISADO POR : Ing. A.L.G.C. TECNICO : Bach. IC. M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA

MUESTRAS : 03 PROBETAS EDAD DE LA PROBETA : 28 Días	FECHA DE VACIADO : 21 de Enero del 2023 FECHA DE ROTURA : 18 de Febrero del 2023
--	---

DATOS DEL ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO

MÉTODO DE PRUEBA : ASTM C39 / C39M - 21 RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN : 0.25 Mpa. / s.	F'c (DISEÑO) : 280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.) F'c (DISEÑO) : 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)
--	--

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	RELACION H/D	FACTOR DE CORR. H/D	ÁREA NETA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	%	TIPO DE FALLA
		[g.]	[Kg. / m ³]			[mm ²]	[KN]	[Mpa]		
1	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.94 \text{ mm}$ x $h=202.5 \text{ mm}$ CSAP 0.15-7_CSAP 0.15	3656	2260	2.01	1.00	8002.33	231.67	28.87	105.1%	3
2	PROBETA DE PRUEBA $\phi=100.76 \text{ mm}$ x $h=201.72 \text{ mm}$ CSAP 0.15-8_CSAP 0.15	3614	2250	2.00	1.00	7973.82	229.41	28.69	104.5%	3
3	PROBETA DE PRUEBA $\phi=101.43 \text{ mm}$ x $h=202.2 \text{ mm}$ CSAP 0.15-9_CSAP 0.15	3639	2230	1.99	1.00	8080.21	226.51	27.95	101.8%	3

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.

* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ÍTEM 1.2 DE LA ASTM C39 /C39M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-7_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 294.41 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-8_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 292.55 Kg./cm²

* LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LA PROPETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-9_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES : 285.00 Kg./cm²

ESQUEMA DE PATRONES TÍPICOS DE FRACTURA

<p>TIPO 1 CONOS RAZONABLEMENTE BIEN FORMADOS EN AMBOS EXTREMOS, MENOS DE 1in. (25 mm) DE AGRIETAMIENTO A TRAVÉS DE LAS TAPAS</p>	<p>TIPO 2 CONO BIEN FORMADO EN UN EXTREMO, GRIETAS VERTICALES PASANDO A TRAVÉS DE LAS BASES, NO HAY CONO BIEN DEFINIDO EN EL OTRO EXTREMO.</p>	<p>TIPO 3 AGRIETAMIENTO VERTICAL COLUMNAR EN AMBOS EXTREMOS, SIN CONOS BIEN FORMADOS.</p>	<p>TIPO 4 FRACTURA DIAGONAL SIN GRIETAS EN LOS EXTREMOS; TOQUE CON MARTILLO PARA DISTINGUIR DEL TIPO 1.</p>	<p>TIPO 5 FRACTURAS LATERALES EN LA PARTE SUPERIOR O INFERIOR OCURREN COMUNMENTE CON BASES NO UNIDAS)</p>	<p>TIPO 6 SIMILAR AL TIPO 5 PERO EL EXTREMO DEL CILINDRO ESTÁ APUNTADO</p>
---	---	--	--	--	---

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Bach. LICHMARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 UNI : 47126310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO EN EL TERCIO CENTRAL

(MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO) (ASTM C78 / C78M - 21))

TESIS	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d;(1-15) G&C
		FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO		
SOLICITANTE	Bach. Milena Escalante Alvarez	ING. RESPONSABLE	A.L.G.C.
ELEMENTO E°	CONCRETO HIDRÁULICO - 0% SAP	TÉCNICO ESP.	M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA			
MUESTRAS	03 PROBETAS PRISMATICAS	FECHA DE VACIADO	21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA	28 Dias	FECHA DE ROTURA	18 de Febrero del 2023

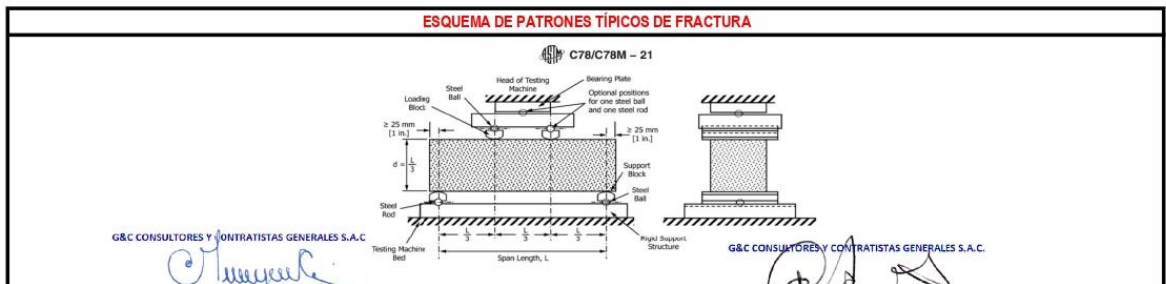
DATOS DEL ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO	
MÉTODO DE PRUEBA	ASTM C78 / C78M - 21	F' c (DISEÑO)	280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN	0.90 Mpa. / min.	F' c (DISEÑO)	27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	L LONGITUD PROM	B ALTURA PROM	H BASE PROM	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A FLEXION (MODULO RUPTURA)	LONGITUD DEL TRAMO	TIPO DE FRACTURA
		[g.]	[Kg. / m ³]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[Mpa]	[mm]	
1	PROBETA DE PRUEBA L=359.93 mm x h=100.99 mm ----- CR-1_0% SAP	8367	2280	359.93	100.99	100.99	10790	3.14	300	TERCIO CENTRAL
2	PROBETA DE PRUEBA L=360.06 mm x h=100.75 mm ----- CR-2_0% SAP	8336	2280	360.06	100.75	100.75	10580	3.10	300	TERCIO CENTRAL
3	PROBETA DE PRUEBA L=360.58 mm x h=101.65 mm ----- CR-3_0% SAP	8397	2250	360.58	101.65	101.65	12050	3.44	300	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 1.2 DE LA ASTM C78 / C78M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

*EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CR-1_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 32.05 Kg./cm²
*EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CR-2_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 31.85 Kg./cm²
*EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CR-3_0% SAP EN UNIDADES M.K.S. ES: 35.10 Kg./cm²



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Maryela

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47346330

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luis

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209376

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO EN EL TERCIO CENTRAL

(MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO) (ASTM C78 / C78M - 21))

TESIS	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(2-15) G&C
		FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO
SOLICITANTE	: Bach. Milena Escalante Alvarez ING. RESPONSABLE : A.L.G.C.
ELEMENTO E°	: CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.05 TÉCNICO ESP. : M.C.Y.C.

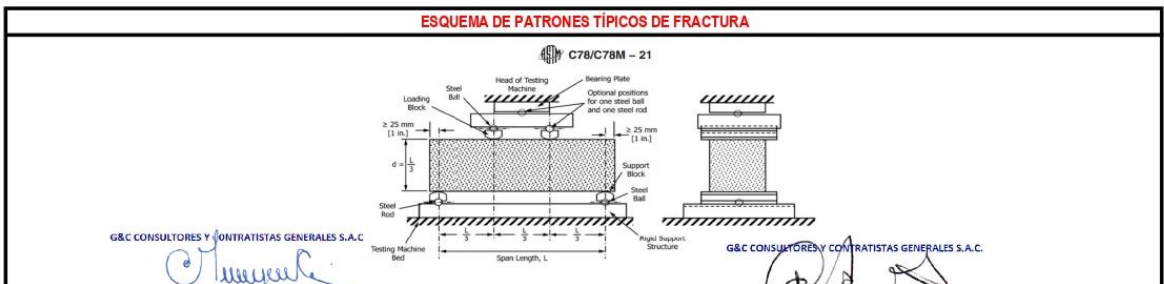
DATOS DE LA PROBETA			
MUESTRAS	: 03 PROBETAS PRISMATICAS	FECHA DE VACIADO	: 21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA	: 28 Dias	FECHA DE ROTURA	: 18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO	
MÉTODO DE PRUEBA	: ASTM C78 / C78M - 21	F' c (DISEÑO)	: 280 Kg./cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN	: 0.90 Mpa./min.	F' c (DISEÑO)	: 27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	L LONGITUD PROM	B ALTURA PROM	H BASE PROM	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A FLEXION (MODULO RUPTURA)	LONGITUD DEL TRAMO	TIPO DE FRACTURA
		[g.]	[Kg. / m ³]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[Mpa]	[mm]	
1	PROBETA DE PRUEBA L=360.11 mm x h=100.19 mm ----- CSAP 0.05-1_CSAP 0.05	8362	2310	360.11	100.19	100.30	12540	3.73	300	TERCIO CENTRAL
2	PROBETA DE PRUEBA L=359.54 mm x h=101.41 mm ----- CSAP 0.05-2_CSAP 0.05	8266	2240	359.54	101.41	101.37	10950	3.15	300	TERCIO CENTRAL
3	PROBETA DE PRUEBA L=361.6 mm x h=102.31 mm ----- CSAP 0.05-3_CSAP 0.05	8369	2210	361.60	102.31	102.41	11710	3.27	300	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 1.2 DE LA ASTM C78 / C78M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I).
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-1_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 38.06 Kg./cm²
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-2_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 32.15 Kg./cm²
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.05-3_CSAP 0.05 EN UNIDADES M.K.S. ES : 33.39 Kg./cm²



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47236320

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 2092176

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO EN EL TERCIO CENTRAL

(MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO) (ASTM C78 / C78M - 21))

TESIS	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(3-15) G&C
		FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO		
SOLICITANTE	Bach. Milena Escalante Alvarez	ING. RESPONSABLE	A.L.G.C.
ELEMENTO E°	CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.1	TÉCNICO ESP.	M.C.Y.C.

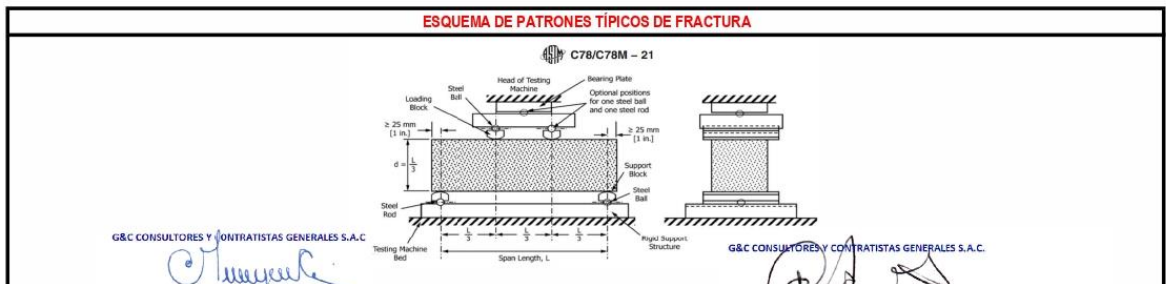
DATOS DE LA PROBETA			
MUESTRAS	03 PROBETAS PRISMATICAS	FECHA DE VACIADO	21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA	28 Dias	FECHA DE ROTURA	18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO	
MÉTODO DE PRUEBA	ASTM C78 / C78M - 21	F' c (DISEÑO)	280 Kg. / cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN	0.90 Mpa. / min.	F' c (DISEÑO)	27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	L LONGITUD PROM	B ALTURA PROM	H BASE PROM	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A FLEXION (MODULO RUPTURA)	LONGITUD DEL TRAMO	TIPO DE FRACTURA
		[g.]	[Kg. / m ³]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[Mpa]	[mm]	
1	PROBETA DE PRUEBA L=360.07 mm x h=101.07 mm CSAP 0.1-1_CSAP 0.1	8292	2260	360.07	101.07	101.01	12820	3.73	300	TERCIO CENTRAL
2	PROBETA DE PRUEBA L=361.29 mm x h=102.11 mm CSAP 0.1-2_CSAP 0.1	8179	2170	361.29	102.11	102.02	11810	3.33	300	TERCIO CENTRAL
3	PROBETA DE PRUEBA L=359.93 mm x h=101.09 mm CSAP 0.1-3_CSAP 0.1	8246	2240	359.93	101.09	101.38	11340	3.27	300	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.
 * LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA : * LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 1.2 DE LA ASTM C78 / C78M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I).
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-1_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 38.03 Kg./cm²
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-2_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 33.99 Kg./cm²
 * EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.1-3_CSAP 0.1 EN UNIDADES M.K.S. ES : 33.39 Kg./cm²



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 OIM : 472J6330

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 2092176

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO EN EL TERCIO CENTRAL

(MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN EL TERCER PUNTO) (ASTM C78 / C78M - 21))

TESIS	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022	REGISTRO N° : T_UCV_MEA-03/23-fc:280@28d(4-15) G&C
		FECHA : 07 de Marzo del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO, REGION PUNO		
SOLICITANTE	Bach. Milena Escalante Alvarez	ING. RESPONSABLE	A.L.G.C.
ELEMENTO E°	CONCRETO HIDRÁULICO - CSAP 0.15	TÉCNICO ESP.	M.C.Y.C.

DATOS DE LA PROBETA			
MUESTRAS	03 PROBETAS PRISMATICAS	FECHA DE VACIADO	21 de Enero del 2023
EDAD DE LA PROBETA	28 Dias	FECHA DE ROTURA	18 de Febrero del 2023

DATOS DEL ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO	
MÉTODO DE PRUEBA	ASTM C78 / C78M - 21	F ^c (DISEÑO)	280 Kg./cm ² (Unidades M.K.S.)
RATIO DE CARGA DE APLICACIÓN	0.90 Mpa./min.	F ^c (DISEÑO)	27.5 Mpa. (Unidades S.I.)

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MASA	DENSIDAD BULK (10 Kg/m ³)	L LONGITUD PROM	B ALTURA PROM	H BASE PROM	CARGA APLICADA	RESISTENCIA A FLEXION (MODULO RUPTURA)	LONGITUD DEL TRAMO	TIPO DE FRACTURA
		[g.]	[Kg. / m ³]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[Mpa]	[mm]	
1	PROBETA DE PRUEBA L=359.93 mm x h=101.71 mm ----- CSAP 0.15-1_CSAP 0.15	8175	2190	359.93	101.71	101.76	13130	3.74	300	TERCIO CENTRAL
2	PROBETA DE PRUEBA L=360 mm x h=101.87 mm ----- CSAP 0.15-2_CSAP 0.15	8256	2210	360.00	101.87	101.90	12800	3.63	300	TERCIO CENTRAL
3	PROBETA DE PRUEBA L=359.94 mm x h=100.95 mm ----- CSAP 0.15-3_CSAP 0.15	8147	2220	359.94	100.95	101.00	11980	3.49	300	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES : * LAS PROBETAS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE Y LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR LOS MISMOS.

* LA PRUEBA ESTÁNDAR DE COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FUE REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.

NOTA

* LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTAN ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 1.2 DE LA ASTM C78 / C78M - 21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

* EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 1 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-1_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

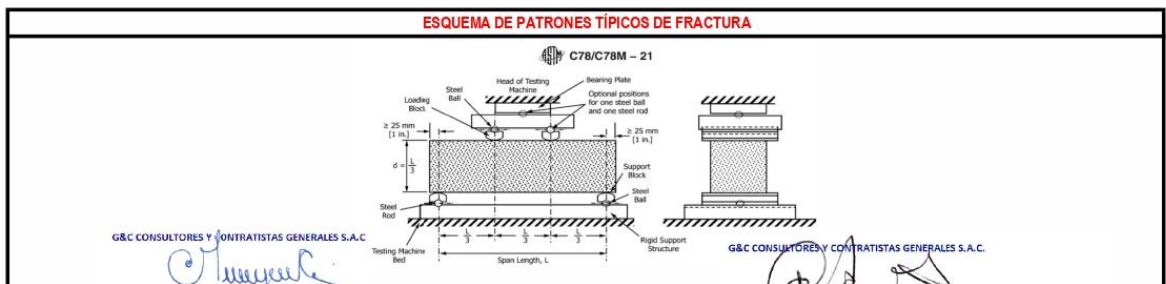
38.14 Kg./cm²

* EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 2 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-2_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

37.02 Kg./cm²

* EL MODULO DE RUPTURA DE LA PROBETA N° 3 DEL ELEMENTO CSAP 0.15-3_CSAP 0.15 EN UNIDADES M.K.S. ES :

35.59 Kg./cm²



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Maryela

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47236230

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luis Gomez Calla

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 2092176



CERTIFICATE OF ANALYSIS

PRODUCT NAME: SOLID RAIN® / LLUVIA SOLIDA®

GENERIC NAME: COPOLYMER OF ACRYLAMIDE AND POTASSIUM ACRYLATE CROSSLINKED

MATERIAL DESCRIPTION: WHITE POWDER

	UNIT	SPECIFICATION	QUALITY CONTROL	QC TEST
DRY CONTENT	%	87.0 – 100.0	94.4	2100 A
FREE ABSORPTION IN WATER	gm/gm	200 - 400	338	2002 A
RESIDUAL ACRYLAMIDE	ppm	0 - 199	15	2200 A
GRANULOMETRY	%			2170 A
>1 mm		<= 4.0	0.0	
>500 µm		>= 40.0	49.9	
<50 µm		<=2.0	0.6	

If the # symbol appears in the QC-TEST column, then the data on that line is given for information only, and does not constitute a specification.
 If ND appears in the result column, that means under the limit of detection.

DROP-FEN SA DE CV

Avenida Sierra de Zimapan 4 int. 9, Col. Villas del Sol, Querétaro, Querétaro, C.P. 76046

DRO170712IA8 Teléfono: (55) 79 99 14 25

contacto@lluviasolida.com.mx <http://www.lluviasolida.com.mx> <https://www.facebook.com/lluviasolida.official/>



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

De acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas (SGA)

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre del producto: **Lluvia Sólida®**

Tipo de producto: Mezcla.

1.2. Usos relevantes identificados de la sustancia o mezcla y los usos no recomendados

Usos identificados: Ayudante de procesos para aplicaciones industriales.

Usos contraindicados: Ninguno(a).

1.3. Detalles del proveedor de la hoja de datos de seguridad

Compañía: DROP-FEN SA de CV
Av. Sierra de Zimapán 4 int. 9, Colonia Villas del sol, Querétaro,
C.P. 76046 Querétaro, México.
Teléfono: +52 (55) 7999 1425
Correo electrónico: contacto@lluviasolida.com.mx

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o mezcla

Clasificación según SGA de la ONU: No está clasificado

2.2. Elementos de la etiqueta

Etiquetado según SGA de la ONU:

Pictogramas de peligro: Ninguno(a).

Palabra de advertencia: Ninguno (a).

Indicaciones de peligro: Ninguno (a).

Consejos de prudencia: Ninguno (a).

2.3. Otros peligros

El producto se hincha en agua. El producto produce superficies extremadamente resbalosas si hay derrames.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1. Sustancias

No aplicable, este producto es una mezcla.

3.2. Mezclas

Este producto es una mezcla

Componentes peligrosos

No contiene sustancias peligrosas reportables.

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1. Descripción de las medidas en primeros auxilios

Inhalación:

Salga al aire libre. Sin riesgos que requieran medidas especiales de primeros auxilios.

Contacto con la piel:

Elimínelo lavando con jabón y mucha agua. Consultar un médico si aparece y persiste una irritación.

Contacto con los ojos:

Enjuague inmediatamente con abundante agua, también debajo de los párpados, por lo menos 15 minutos. En caso de persistir la irritación de los ojos, consulte a su médico.

Ingestión:

Enjuague la boca con agua. No provoque vómitos. Consultar un médico.

4.2. Síntomas y efectos más importantes, agudos y retardados

Ninguno.

4.3. Indicación de la atención médica inmediata y tratamiento especial necesario

Ninguna(a).

Otra información:

El producto se hincha en agua.

SECCIÓN 5: Medidas contra incendios

5.1. Medios de extinción

Medios de extinción adecuados:

Agua. Agua espreada. Espuma. Dióxido de carbono (CO₂). Polvo seco.

Advertencia ! El producto produce superficies extremadamente resbalosas cuando se humecta

Medios de extinción inapropiados:

Ninguno(a).

5.2. Peligros especiales debidos a la substancia o de la mezcla

Productos de descomposición peligrosos:

La descomposición térmica puede producir: óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de carbono (COx). El cianuro de hidrógeno (ácido cianhídrico) se puede producir en el caso de la combustión en una atmósfera deficiente en oxígeno.

5.3. Precauciones para los bomberos

Medidas de protección

En caso de incendio, utilice un equipo respiratorio autónomo.

Otra información:

El producto se hincha en agua. El producto produce superficies extremadamente resbalosas cuando se humecta.

SECCIÓN 6: Medidas que deben tomarse en caso de derrame o fuga accidental**6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Precauciones individuales:

El producto se hincha en agua. El producto produce superficies extremadamente resbalosas si hay derrames.

Equipo de protección:

Usar el equipo de protección adecuado (ver sección 8, Equipo de protección personal para exposición).

Procedimientos de emergencia:

Mantener a la gente alejada de derrames. Impida nuevos escapes o derrames en forma segura.

6.2. Precauciones ambientales

Al igual que con todos los productos químicos, no descargarlo en aguas superficiales.

6.3. Métodos y materiales de contención y limpieza

Derrames pequeños:

No rociar o lavar con agua. Recójalo inmediatamente barriendo o con aspiradora. Guarde en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

Derrames grandes:

No rociar o lavar con agua. Recójalo inmediatamente barriendo o con aspiradora. Guarde en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

Residuos:

Después de limpiar, eliminar las trazas con agua.

6.4. Referencia a otras secciones

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento; SECCIÓN 8: Controles de exposición; SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas; SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación.

SECCIÓN 7: Manejo y almacenamiento**7.1. Precauciones para un manejo seguro.**

No se requieren precauciones especiales. El producto se hincha en agua. El producto produce superficies extremadamente resbalosas cuando se humecta.

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluyendo cualquier incompatibilidad.

Consérvelo en un lugar seco. Mantener el contenedor cerrado cuando no se emplea. Incompatible con ácidos fuertes y agentes oxidantes.

7.3. Usos finales específicos.

No hay información disponible.

SECCIÓN 8: Controles de exposición**8.1. Parámetros de control**

Límite de exposición laboral recomendado:
No conocidos.

8.2. Control de exposiciónControles técnicos apropiados:

Usar ventilación local si se forman nubes de polvo. La ventilación natural es adecuada cuando no hay nubes de polvo.

Medidas de protección individual, como equipo de protección personal:

a) Protección de los ojos/cara:

Gafas protectoras con cubiertas laterales.

b) Protección cutánea:

- i) Protección de las manos: Guantes de PVC u otro material plástico.
- ii) Otros: Ropa de trabajo la protección de brazos, piernas y cuerpo.

c) Protección respiratoria:

Normalmente no se necesita equipo respiratorio de protección personal. Se recomiendan máscaras de seguridad para polvo en los lugares de trabajo donde la concentración de polvo sea superior a 10 mg/m³.

d) Consejo adicional:

Manipúlelo con las precauciones de higiene adecuadas y respete las prácticas de seguridad.

Control de exposición ambiental:

No permita la descarga incontrolada de productos al medio ambiente. No lo derrame en el agua superficial.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas**9.1. Información sobre las propiedades físicas y químicas básicas**

- | | |
|---|---|
| a) Aspecto: | Sólido granular, blanco. |
| b) Olor: | Ninguno(a). |
| c) Límite de olor: | No aplicable. |
| d) pH: | 5 – 8 @ 5 g/L |
| e) Punto de fusión/congelación: | >150°C |
| f) Punto de ebullición inicial y ebullición: | No aplicable. |
| g) Punto de inflamación: | No aplicable. |
| h) Índice de evaporación: | No aplicable. |
| i) Inflamabilidad (sólido, gas): | Sin datos disponibles. |
| j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos: | No se prevé la creación de atmósferas explosivas. |
| k) Presión de vapor: | No aplicable. |
| l) Densidad de vapor: | No aplicable. |
| m) Densidad relativa: | 0.6 – 0.9 |
| n) Solubilidad: | Insoluble en agua. |
| o) Coeficiente de partición: | -2 |
| p) Temperatura de autoinflamación: | No autoignición (basado en la estructura química). |
| q) Temperatura de descomposición: | >150°C |
| r) Viscosidad: | No aplicable. |
| s) Propiedades explosivas: | No se espera que sea explosivo basado en la estructura química. |

- t) Propiedades comburentes: No debe ser oxidante basarse en la estructura química.

9.2. Otras informaciones

Ninguno(a).

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

10.1. Reactividad

No conocidos.

10.2. Estabilidad química

Estable en condiciones normales.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

Los agentes oxidantes pueden ocasionar reacciones exotérmicas.

10.4. Condiciones que deberán evitarse

No conocidos.

10.5. Materiales incompatibles

Incompatible con ácidos fuertes y agentes oxidantes.

10.6. Productos de descomposición peligrosos

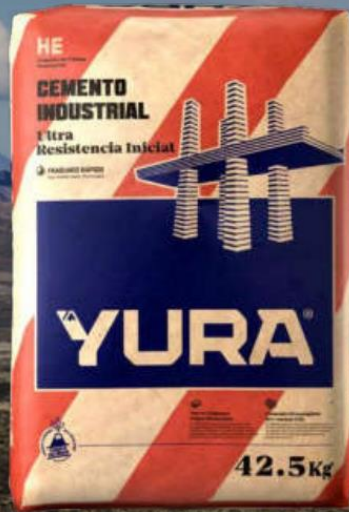
La descomposición térmica puede producir: óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de carbono (COx), ácido cianhídrico (cianuro de hidrógeno).

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1. Información sobre los efectos toxicológicos

Información sobre el producto tal y como se suministra:

Toxicidad oral aguda:	DL50/oral/rata > 5000 mg/kg.
Toxicidad dérmica aguda:	DL50/dérmica/rata > 5000 mg/kg.
Toxicidad aguda por inhalación:	No se espera que sea tóxico por inhalación.
Corrosión/irritación cutánea:	No irritante.
Lesión ocular grave/irritación ocular:	No es irritante.
Sensibilización respiratoria o cutánea:	No ocasiona sensibilización.
Mutagenicidad:	No es mutágeno.
Carcinogenicidad:	No es cancerígeno.
Toxicidad para la reproducción:	No es tóxico para la reproducción.
STOT – exposición única:	Ningún efecto conocido.
STOT- exposiciones repetidas:	Ningún efecto conocido.
Peligro por aspiración:	No existe riesgo de que este producto sea peligroso tal como se suministra.



HE CEMENTO INDUSTRIAL Ultra Resistencia Inicial

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO INDUSTRIAL DE ULTRA RESISTENCIA INICIAL YURA HE es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura.

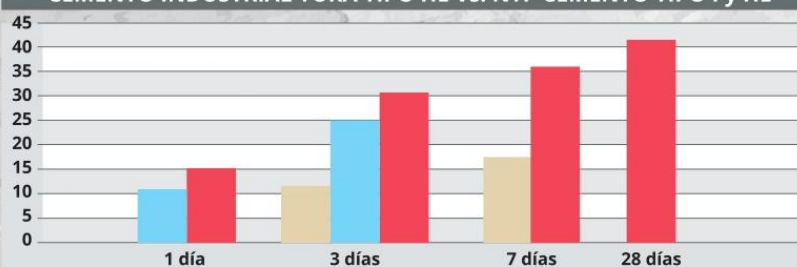
La fabricación en controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	Requisitos Norma Técnica NTP 334.082 ASTM C 1157		CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE		REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150	
Peso específico (gr/cm ³)	-		2.90 a 3.0		375 Máximo	
Superficie específica Blaine (cm ² /gr)	-		4400 a 5000		2600 Mínimo	
Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo		-0.03 a -0.04		0.80 Máximo	
Fraguado Vitcat inicial (minutos)	45 a 420 Mínimo		140 a 200		45 a 375 Mínimo	
Contenido aire Mortero (%)	12 Máximo		3.0 a 7.0		12.00 Máximo	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kg-f/cm ²	MPa	Kg-f/cm ²	MPa	Kg-f/cm ²	MPa
1 día	122	12	130 a 160	12.7 a 15.7	-	-
3 días	245	24	250 a 300	24.5 a 29.4	122	12
7 días	-	-	310 a 380	30.4 a 37.2	194	19
28 días	-	-	410 a 440	40.2 a 43.1	-	-

COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE Vs. NTP CEMENTO TIPO I y HE



■ CEMENTO INDUSTRIAL TIPO HE

■ CEMENTO TIPO HE NORMA TÉCNICA NTP 334.082 (ASTM C1157)

■ CEMENTO TIPO I NORMA TÉCNICA NTP 334.009 (ASTM C150)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A BASE DE POLÍMEROS SUPER ABSORBENTES PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN, PUNO, 2022", cuyo autor es ESCALANTE ALVAREZ MILENA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 27 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO DNI: 40534510 ORCID: 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 06-04- 2023 08:27:58

Código documento Trilce: TRI - 0538850