



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de Concreto Autocompactante de alta Resistencia a la
Compresión con Aditivos Superplastificantes más fibra de acero, en
Lambayeque.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Mayo Pintado Elsas (ORCID: 0000-0002-9868-0846)

ASESOR:

Dr. Coronado Zuloeta Omar (ORCID: 000-0002-7757-4649)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis amados padres, Vicente Mayo y Norman A. Pintado, a mi hijo Ian Franco, así mismo a mis abuelos Arnaldo Pintado y C. Amanda Córdova, por darme siempre la fortaleza y confianza necesaria para superar los diversos obstáculos que se presentan en el transcurso y trayectoria de mi vida.

A mis hermanos José Yolvi, Olinda, Cristhian Eimer, y Arlyn Alexis por su apoyo incondicional desde siempre.

Por último, a toda mi familia y a mis amigos que me apoyaron y ayudaron en el desarrollo y realización de mi proyecto.

Agradecimiento

En primer lugar, el agradecimiento profundo y muy sincero a Dios, por permitirme estar con vida y tener continuidad en mi formación profesional, acompañado de lo más valioso que, hoy por hoy es “la salud”, al igual que agradezco a mis padres por el apoyo incondicional y ser parte de mi gran formación profesional y, personal.

Asimismo, mi Agradecimiento al ingeniero y asesor Dr. Coronado Zuloeta Omar, por darme su valioso apoyo, en el desarrollo de éste gran trabajo, por el tiempo adicional y compartir todos sus conocimientos.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Ensayos del concreto Autocompactante.....	12
Tabla 2. Métodos de Prueba para medir las características del CAC.....	13
Tabla 3. Resultados del análisis granulometría del agregado fino.....	22
Tabla 4. Resultados del análisis granulometría del agregado grueso	23
Tabla 5. Resultados de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.....	24
Tabla 6. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de Concretos patrones.....	26
Tabla 7. Resultados del ensayo de slump flow de concretos patrones.....	26
Tabla 8. Resultados del ensayo T50 de concretos patrones.....	27
Tabla 9. Resultados del ensayo Embudo V de concretos patrones	28
Tabla 10. Resultados del ensayo Anillo J de concretos patrones	28
Tabla 11. Resultados del ensayo de la caja L de concretos patrones.....	29
Tabla 12. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones más fibra de acero (C ^o P1 = 4.28% C ^o P2 = 4.71%).....	30
Tabla 13. Resultados del ensayo S. F. con porcentajes de A ^o 4.28% Y 4.71%.....	31
Tabla 14. Resultados del ensayo T50 con % de acero 4.28% Y 4.71%.....	31
Tabla 15. Resultados del ensayo de la Caja L con % de A ^o 4.28% Y 4.71%.....	32
Tabla 16. Resultados del ensayo del Embudo V con % de A ^o 4.28% Y 4.71%.....	32
Tabla 17. Resultados del ensayo del Anillo J con % de A ^o 4.28% Y 4.71%.....	33
Tabla 18. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de Concretos patrones más fibra de acero (C ^o P1 = 2.14% C ^o P2 = 2.36%).....	33
Tabla 19. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones más fibra de acero (C ^o P1 = 1.07% C ^o P2 = 1.18%).....	34
Tabla 20. Resistencia a la compresión de concretos patrones.....	38
Tabla 21. % de resistencia a la compresión de concretos patrones.....	39
Tabla 22. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ^o . con porcentajes 4.28% y 4.71%.....	40
Tabla 23. % Resistencia a la compresión de concretos patrones	

más fibra de A ⁰ con porcentajes 4.28% y 4.71%.....	41
Tabla 24. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de acero con porcentajes 2.14% y 2.36%.....	42
Tabla 25. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de acero con porcentajes 2.14% y 2.36%.....	42
Tabla 26. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de acero con porcentajes 1.18% y 1.07%.....	43
Tabla 27. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de acero con porcentajes 1.18% y 1.07%.....	44
Tabla 28. Estándar de referencia para resistividad eléctrica del concreto.....	46
Tabla 29. Resistividad eléctrica de CAC patrones.....	46
Tabla 30. Resistividad eléctrica de CAC patrón 1 más fibra de acero.....	47
Tabla 31. Resistividad eléctrica de CAC patrón 2 más fibra de acero.....	48
Tabla 32. Comparación de resistencias a la compresión de concretos kg/cm ²	50

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Procedimiento de elaboración del proyecto de investigación.....	15
Figura 1. Ensayo de asentamiento	17
Figura 2. Prueba visual de segregación y estabilidad.....	17
Figura 3. Ensayo del anillo japonés	18
Figura 4. L box o caja L	18
Figura 5. Prueba de la caja L.....	19
Figura 6. Embudo V Fúnel.....	19
Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino.....	22
Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso.....	23
Figura 9. Evidencia de la mezcla en ensayo de S. F y T50.....	25
Figura 10. Ensayo de Slump Flow de concretos patrones	27
Figura 11. Ensayo de T50 de concretos patrones	27
Figura 12. Ensayo del Embudo V de concretos patrones.....	28
Figura 13. Ensayo del anillo J de concretos patrones.....	29
Figura 14. Ensayo de la caja L de concretos patrones.....	29
Figura 15. Ensayo de S.F. con porcentajes de acero 4.28% Y 4.71%.....	31
Figura 16. Ensayo de T50 con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%.....	31
Figura 17. Ensayo de la caja L con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%.....	32
Figura 18. Ensayo del Embudo V con porcentaje de Acero 4.28% Y 4.71%.....	32
Figura 19. Ensayo del anillo J con porcentaje de Acero 4.28% Y 4.71%.....	33
Figura 20. Resultados del Ensayo práctico de S. F.....	35
Figura 21. Resultados del ensayo práctico del anillo J.....	36
Figura 22. Resultados del ensayo práctico de la caja L.....	36
Figura 23. Resultados del ensayo práctico del embudo V.....	37
Figura 24. Resistencia a la compresión de concretos patrones.....	39
Figura 25. % de resistencia a la compresión de concretos patrones.....	39
Figura 26. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 4.28% y 4.71%.....	40
Figura 27. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 4.28% y 4.71%.....	41

Figura 28. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 2.14% y 2.36%.....	42
Figura 29. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 2.14% y 2.36%.....	43
Figura 30. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 1.07% y 1.18%.....	44
Figura 31. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A ⁰ con porcentajes 1.07% y 1.18%.....	45
Figura 32. Resultados de resistividad eléctrica del CAC.....	45
Figura 33. Resultados de resistividad electrica de CAC patrones.....	47
Figura 34. Resultados de resistividad electrica de CAC patron 1 más fibra de A ⁰	48
Figura 35. Resultados de resistividad electrica de CAC patron 2 más fibra de A ⁰	49

Resumen

Concreto autocompactante, concreto de amplio y gran desempeño, fresco que puede fluir entre diferentes obstáculos que se presenten; ofreciendo una buena y elevada trabajabilidad, acompañado de diferentes características que lo autonombren, eliminando la participación de mano de obra para el vibrado, o compactación de la mezcla, evita las cangrejas, reduce el ruido, disminuye la porosidad interna, etc. Es una mezcla con diversos componentes, que brinda muchas ventajas, tanto en estado fresco como endurecido, entonces en esta investigación experimental, se proyectó a manejarlo, entenderlo paso a paso y exitosamente.

Partiendo del objetivo que es diseñar y obtener un concreto autocompactante de alta resistencia con fibra de acero z, para garantizar la calidad en diferentes tipos de estructuras y en diversos proyectos de grande y mediana magnitud. Y la metodología utilizada, abarca lo que es el tipo de investigación, resaltando que se empleó el tipo de tecnológica aplicada, con población mezcla de CAC. Los resultados que se lograron obtener en el campo práctico, fueron ideales, tras una minuciosa observación y amplio criterio profesional, en el momento de ejecutar los diferentes ensayos, concluyendo que se obtuvo satisfactoriamente los datos necesarios, de tal manera que se plasmó una conclusión para cada objetivo planteado.

Palabras clave: Concreto, autocompactante, fibra, acero, aditivo.

Abstract

Self-compacting concrete, concrete of wide and high performance, fresh that can flow between different obstacles that arise; offering a good and high workability, accompanied by different characteristics that name it, eliminating the participation of labor for vibrating, or compacting the mixture, reducing noise, avoiding crabbing, reducing internal voids, etc. It is a mixture with various components, which provides many advantages, both in fresh and hardened state, so in this experimental research, it was planned to handle it, understand it step by step and successfully. Starting from the objective that is to design and obtain a high-strength self-compacting concrete with steel fiber z, to guarantee quality in different types of structures and in various large and medium-scale projects. And the methodology used covers what the type of research is, highlighting that the type of applied technology was used, with a mixed population of CCS. The results that were achieved in the practical field were ideal, after careful observation and broad criteria, at the time of executing the different trials, concluding that the necessary data was obtained satisfactorily, in such a way that a conclusion was drawn for each objective set.

Keywords: Concrete, self-compacting, fiber, steel, additive.

I. INTRODUCCIÓN

Enfocándonos en el tema del concreto realmente sigue evolucionando más y más conforme pasan los días, con la finalidad de satisfacer muchas necesidades en todo tipo de proyectos, para mantenerse y seguir siendo el material de construcción más buscado o utilizado a nivel nacional y mundial, en esta ocasión un concreto de gran desempeño, concreto autocompactante de alta resistencia a la compresión. El concreto autocompactante, conocido como CAC, es una mezcla muy capaz de moverse y ubicarse por sí misma entre los elementos que sean un obstáculo o presenten alguna complejidad, y que no necesita compactación, trabajo que debe ejecutarse o realizarse de manera obligada en un concreto convencional. Es necesario conocer la realidad que, “Si nos referimos al campo de la construcción, el año pasado, fue totalmente afectado en sus operaciones por dos factores evidentes: la emergencia nacional decretada para combatir el covid-19 y la inestabilidad política”, sin embargo, CAPECO también resaltó la recuperación en los últimos tres meses. Por ello, indica que la construcción superó lo peor de la recesión el 2020, y se esperó un importante crecimiento al 2021. Después de un semestre en negativo. Además, las proyecciones sugieren que en noviembre el sector construcción registraría un importante incremento basado en la recuperación mínimo de dos dígitos (12.6%), lo que se conseguiría un mejor resultado mensual del 2020. Entonces se dice que de cara al 2021, mencionado sector proyectó una importante recuperación. (EL PERUANO, 2021). El presente informe de investigación prácticamente se basa en encontrar una mejora o buscar solución para los inconvenientes y problemas que se viene enfrentando un concreto convencional, que, si bien es cierto, es blanco de diversos tipos de fallas, mencionando algunos como porosidad pronunciada y/o cangrejas, acabados defectuosos, entre otras, en las estructuras de concreto en diferente tipo de edificaciones, Todas estas fallas que se reconocen a nivel mundial y especialmente en nuestro país, me invita a investigar, hacer extenso esta alternativa, y a la vez, diseñar un nuevo tipo de concreto de gran desempeño, de alta resistencia y con mayor fluidez, con la finalidad de evitar, plantear o recomendar una solución a estas fallas antes mencionadas. Entonces el nuevo tipo de diseño de concreto autocompactante, e innovador, será altamente fluido, de tal forma que esa misma característica de fluidez, le permita colocarse fácilmente, o rellenar cualquier vacío

o encofrado, sin vibración o compactación alguna, teniendo como resultado lo principal que caracterice a un buen concreto sin descuidar sus propiedades estructurales, igual o mayor a la de un concreto convencional que requiere sí o sí de vibración. El objetivo general es diseñar, concreto autocompactante de alta resistencia con aditivos superplastificantes, más la adición de fibra de acero z, para la utilización en casos especiales de obras civiles o, en todo tipo de estructuras en nuestro país. Y encontrar la forma de facilitar los métodos constructivos, buscando eficiencia, seguridad y altos estándares de calidad. Por otro lado, hacer extenso el conocimiento sobre la importancia del aditivo, en especial superplastificante, que es fundamental y parte del proyecto de investigación, para obtener las características con ciertos parámetros que lo identifican como un concreto autocompactante. Y como objetivos específicos tenemos: Evaluar los agregados para la utilización de la mezcla a diseñar, determinar las proporciones óptimas de aditivo para obtener una mezcla de concreto requerida, con características autocompactantes, empleando o usando aditivo superplastificante Per Suplast 499D, demostrar mediante ensayos específicos y técnicos para el CAC en estado fresco, que el diseño del mismo sea óptimo, recomendable, sobretodo referencial y sirva como aporte para futuras investigaciones. Demostrar a partir de ensayos específicos para CAC, que el diseño del mismo sea óptimo, Comprobar la resistencia a la compresión, además evaluar la posibilidad de corrosión del concreto en estado endurecido (edad 28 días) de tal manera que cumpla con la $f'c$ de diseño requerida. También me planteo la hipótesis fundamental de este informe de investigación que es la siguiente: si prosperamos o mejoramos las características del concreto convencional con respecto a su trabajabilidad, consistencia, y durabilidad, partiendo de un CAC más fibra de acero, entonces obtendremos dichas ventajas que, se podrá utilizar y sin problemas en estructuras altamente armadas, también con dichas ventajas antes mencionadas podremos conseguir la forma del diseño arquitectónico que tenga dicha estructura, disminuyendo o eliminando el proceso de compactación, mayor resistencia, entre otras. Es importante, primordial y resaltar la caracterización de los agregados para el concreto autocompactante de alta resistencia, teniendo en cuenta que, los resultados deben estar sujetos o bajo los parámetros de la NTP 400.037, NTP 400. 017, NTP 400.021, NTP 339.185, NTP 400.012. Entonces sólo así y de una vez seleccionado y obtenidos los agregados

requeridos, que son fundamentales y muy importantes, se optará por requerir o establecer las proporciones de los materiales, bajo las condiciones del reglamento EFNARC Y ACI 237R – 07. Por otro lado, mencionar que la granulometría de ambos agregados también tiene un papel fundamental en el diseño de dicha mezcla para obtener un concreto autocompactante. Resaltando que los agregados bien gradados - incluyendo agregados finos - hacen el mejor concreto de este tipo, consiguiendo sus características que lo autonombren.

Por lo tanto, podemos afirmar que cuando realmente existe disponibilidad de agregados con granulometría escalonada, se garantiza que con esa consideración puedes adquirir u obtener un concreto autocompactante, con buena o gran ventaja y tendencia a la segregación, cabe resaltar o mencionar que al incluir adiciones y, empleando un modificador de viscosidad con el fin de controlar la segregación, exudación, o hacer posible que este CAC reúna todas las características, para garantizar el llenado o colado del mismo, en cualquier tipo de estructura.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

(RIQUETT, Alonso., 2018) según su tesis:

Profesa que el concreto de alto desempeño es un material que propone y revela mejores propiedades al ponerlo en punto de comparación con un concreto común y convencional, propiedades más perfeccionadas y muy resaltantes, tienen que ver mucho en cuanto a su resistencia a la compresión, como también en su durabilidad; también expone a pasos detallados todas sus diferencias, los componentes y características de aquellos concretos. Mostró cuán importante es ampliar el conocimiento de este concreto futurista. Aparte de lo mencionado, rescató que la relación baja de agua/cemento se consigue directamente gracias al uso de aditivos superplastificantes, o también a los de extrema reducción de agua, además de adicionar minerales muy finos como el Humo de sílice, la ceniza volante, y el polvo residual de baldosas, que cumplieron un papel fundamental en su proyecto, reduciendo exitosamente la porosidad dejados por los agregados y el cemento, haciendo que sea un hormigón mucho más resistente.

(JINDAL, R., Y KUMAR, 2020) en su investigación confirma:

Prácticamente por la ventaja que el hormigón o concreto autocompactante (SCC) no requiera de una vibración obligatoria, para culminar el llenado de cada rincón de la estructura sin afectar o disminuir sus propiedades, lo hace mucho más recomendable o ver como mejor opción, que al hormigón convencional. El presente estudio plasma y refleja los cambios de comportamiento en SCC. Se incorporó o se le sumó a este hormigón microfibras de wollastonita para reemplazar a los agregados finos en proporciones de 10 a 50% con cierta compensación igual a 10%. Se indagaron varias propiedades resaltantes e importantes que lo autodenominan a este tipo de hormigón, las destacadas como fluidez, la resistencia a la segregación, entre otras, en este caso en estado fresco, en cambio para las propiedades mecánicas, se estudiaron y evaluaron en estado endurecido a dicho Hormigón, incluida la resistencia a la compresión, y la densidad endurecida. Este hormigón también fue averiguado para someterlo y evaluar el efecto al adicionarle microfibras de wollastonita en estados humedecidos o hidratados de mortero de cemento. Entonces las inclusiones de esta, en SCC, reflejaron mejor cohesión de

la mezcla, obteniendo mejor densidad y oponiéndose a la absorción de agua. Se afirma que mencionado concreto con la adición de esta microfibras, evidenciaron un muy buen comportamiento, resultados de resistencia a la compresión, mucho mayor a los de la mezcla de SCC común o habitual. Resaltando que dicho SCC con un porcentaje de 30% de microfibras de wollastonita en reemplazo de agregados finos aumenta la resistencia semejante y mejores perspectivas de reparación al compararlo con un hormigón convencional o comúnmente utilizado.

(HABIBI Y GHOMASHI, 2018) En su investigación confirma:

Tuvo como objetivo en su estudio fundamental, realizar y desarrollar un método de diseño para un concreto autocompactante, cimentado prácticamente en datos experimentales. Por ese lado, en mencionado diseño se propuso como un problema de optimización. Enfocada en la importancia de ver cuán cotoso es dicho diseño por 1m^3 de del mismo, se estima como función objetivo en el problema de optimización, que debe empujarse. En cuanto a la resistencia a la compresión en edad de 28 días y el flujo de escurrimiento del CAC, se toman las principales limitaciones de desigualdad. Para formular el problema de optimización de mencionado concreto, basado principalmente en datos experimentales, por el tipo de investigación. Realizándose un total de cuarenta y dos diseños distintos de CAC, se fabricaron tres probetas de cilindro para cada diseño. En su proyecto se desarrolló un par de modelos matemáticos para encontrar la resistencia y el asentamiento del hormigón, los mismos que se utilizó para definir las principales limitaciones en el modelo de optimización de diseño de dicho hormigón. Todas las muestras se hicieron en el mismo campo o lugar de construcción (Sanandaj – Irán). Considerando y valorando la importancia de la clasificación del agregado fino en la resistencia a la compresión del CAC, por otro lado, utilizó el polvo de piedra como material fino. Se evaluaron las propiedades mecánicas de todas las muestras. Finalmente, los resultados finales demostraron que el método propuesto es eficiente en cuanto a las características mecánicas del CAC, además de rebajar el costo del hormigón y automatizar el proceso del mencionado diseño.

(SANCHEZ, Perez., 2019) Ejecutaron o realizaron una investigación titulada “Estudio reológico experimental de un hormigón autocompactante adicionando fibras de acero”, se realizó con el fin de estudiar y al mismo tiempo evaluar los resultados y todas las características de un CAC, en estado fresco. La metodología

a emplear y a utilizar fue experimentar para estudiar las características de este concreto, considerando ensayos como: Slump Flow, embudo V, caja L-Box y ensayo del J-Ring o Anillo J, basados a los parámetros establecidos por la norma EHE-08.

Los encargados de dicho trabajo plasmaron resultados para el escurrimiento consiguieron o alcanzaron un diámetro final (df) de 700 mm, en el T500 alcanzaron una circunferencia cuyo diámetro es 500 mm en un laxo de tiempo 6.37 segundos (s), resaltando que los dos valores están dentro de los valores que estipula dicha normativa EHE-08 (df: 550-850 mm y T50: ≤ 8 s); en cuanto al anillo J adquirieron o lograron obtener un df de 695 mm, quedando según lo establecido por la norma EHE-08 (df ≥ 50 mm). En cuanto a la caja L obtuvieron datos finales una capacidad de paso de $H2/H1 = 0.77$, descubriendo y llegando a concluir que dicho valor también se mantiene incluido en los parámetros que recomienda mencionada norma (0.75-1.00); resaltando que, mientras el valor más cercano sea a 1, es mejor los resultados para dicho concreto, y culminaron con los datos y resultados de la prueba del embudo V con un tiempo final de $T_v = 4.56$ s. Total que, de estos resultados se rescató que la adición de fibra disminuye las características del concreto autocompactante, pero cabe resaltar que, este cumple con dicha norma, por consiguiente al hormigón lo pudo llamar autocompactante.

(TEIXERA, S., SANTILLI, A., y PUENTE, I., 2016) Según su importante investigación conocida como "Optimización del tiempo de desencofrado en piezas verticales de Hormigón Autocompactante", En su proyecto se planteó como objetivo estudiar experimentalmente la metodología de desmoldado o desencofrado presentada por Teixeira para HAC. Usaron una metodología aplicada experimental, fundamentada en los coeficientes de maduración establecidos por la Norma ASTM C 1074. Entonces como resultados se adquirieron la construcción de las gráficas a edades tempranas y a 28 días a partir de testigos cilíndricos hidratadas, bajo los mismos criterios; se valieron de 70 directores de obras, mientras realizaron una encuesta aplicada, concluyendo mínimo deben tener una resistencia para desmoldar un elemento vertical igual a 5 MPa; y para el coeficiente de maduración fue de 352.5 °C.hr.; seguidamente se realizó el desmoldado de la columna al adquirir el valor de maduración, al mismo tiempo se hizo la rotura de una probeta con la misma característica del elemento estructural (4.88 MPa) evidenciando un error de 2.4%;

Entonces se estimó y evaluó las deformaciones en testigos cilíndricos fabricados en las mismas condiciones que las columnas pero hidratadas a temperatura de 20 ± 1 °C consiguió que mientras los testigos cilíndricos se desmoldaban a una resistencia ≥ 5.0 MPa, los datos de las dimensiones variaron en 0.05%, es decir que partiendo de esa resistencia no hay problemas significativos en cuanto a las deformaciones. Entonces se dice que, mediante su investigación, plasman, recomendaciones de cómo debe ser el tipo de encofrado (estanco) para un concreto autocompactante y una metodología para determinar la maduración de los elementos verticales como también la resistencia para realizar el desmoldado de manera eficiente.

Antecedentes nacionales

(RÍOS, A. y TOLMOS, F., 2016) Ejecutaron su tesis conocida como: “Optimización en el Sistema Constructivo para Elementos Verticales en edificaciones utilizando y basándose en el Sistema de Vaciado por Inyección de un concreto autocompactante”, donde plantearon mejorar en los pasos o procedimientos utilizados en el proceso de colado por medio de mencionado sistema a través de bombeo desde la base del encofrado, a un concreto autocompactante, de esta forma haría una optimización técnica y también económica del proceso de colado. En este estudio contemplaron o vieron las técnicas para el colado de CAC y comprobaron los resultados en cuanto a los costos de este proceso en ocho obras diferentes en la capital de Lima. Definieron que el colado por medio de inyección arregla, y da ventajas debido al presupuesto, directamente lo que tiene que ver al costo de mano de obra, ya que el terminado mediante este sistema de colado, también depende del tipo de encofrado, que sea un encofrado estanco y mucho más resistente, entonces es realmente mucho mejor al sistema común o convencional.

Basándose en estos resultados adquiridos, este sistema de colado por inyección de hormigón, garantiza mucha mejora, tanto en los acabados y al mismo tiempo el fraguado del mismo.

(RABANAL, Diana y SU, Alexander., 2017)

En su tesis denominada “Diseño de un concreto autocompactable”, propusieron un diseño de un concreto innovador denominado autocompactante con el propósito de

afinar los índices de calidad de todo tipo de elementos estructurales de concreto utilizados en distintos proyectos de edificaciones y de diferentes magnitudes, además, de evidenciar su conocimiento, utilización de tecnologías recientes y nuevas haciendo uso de resaltantes aditivos superplastificantes, reductores de agua por lo general, extender su réplica para obras de edificación que manejen volúmenes de concreto masivos o cuya armadura de refuerzo sea realmente densa y sea un obstáculo para el concreto. Para conseguir o adquirir un diseño de concreto que cumpla con los parámetros de un CAC, realizaron un total de tres mezclas referenciales con los siguientes componentes: cemento, agua, arena amarilla, piedra chancada conjuntamente con aditivos propuestos como: Sika Visco Crete 1110 y Microsílice Sika Fume, con la finalidad de poder utilizarlos y estudiarlos, considerándolos como productos base y de mucha cooperación para su diseño, por otro lado cumplir con uno de los objetivos evaluar la mezcla debiendo cumplir con sus parámetros básicos y fundamentales del CAC como: Capacidad de relleno, capacidad de paso y Resistencia a la segregación. Demostrando a través de los diversos ensayos para el CAC en estado fresco.

Evidenciando datos las mezclas que adquirieron, cumplieron con los parámetros de caracterización del concreto fluido y, por otro lado, encontraron un porcentaje (19%) de ahorro a la hora de comparar con el concreto común o concreto convencional. (BUSTAMANTE, Tirado., 2018) Según su cooperadora investigación titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C 313” estiman como objetivos analizar las propiedades mecánicas del CAC sumándole al mismo el aditivo Glenium C 313 para llegar a una resistencia de un $f'c=300$ kg/cm², entonces Ellos hicieron un total de 225 especímenes de concreto, 150 cilíndricas y 75 prismáticos. Con diversos porcentajes de aditivo en relación al peso del cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2%), llevando a ensayos del concreto en estado endurecido a edades como: 7, 14 y 28 días a compresión y flexión. Los resultados conseguidos indican que el mayor incremento a la resistencia a compresión fue el valor de 17.55% mencionando o partiendo del concreto patrón y, se obtuvo con la adición de 1% del aditivo, los resultados también explican o evidencian que a medida que se suma o se incrementa el % del aditivo, confirma que la resistencia del concreto disminuye en un 11.02% a compresión y un 17.42% a flexión, respecto al concreto patrón, con el

porcentaje de un 2%. Se concluyó que, el porcentaje final o definitivo de aditivo fue 1% en peso del cemento, el cual produce un aumento de resistencia mecánica mayor del 10%.

(PALOMINO, Román., 2017) en su tesis conocida como: “Estudio Comparativo en la autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la adición o incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto convencional hechos en la ciudad de Abancay” tomó como objetivo base o principal determinar las propiedades mecánicas del concreto al incorporarle distintas dosificaciones de aditivo superplastificante, la investigación fue de tipo cuantitativo y su nivel es descriptivo, tomando como muestra, tres viviendas autoconstruidas, los instrumentos que se tuvieron muy en cuenta fueron los respectivos ensayos de agregados (obligatoriamente), asimismo, pruebas de diseños y ensayos al concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Los principales resultados fueron que el concreto convencional y autocompactante al ser sometidos a ensayos de resistencia a la compresión nos deberían resultar valores más altos a la resistencia específica ($f'c$); y se culminó que en cuanto al diseño de concreto autocompactante se necesitó un aditivo superplastificante tipo G, en la investigación se empleó las diferentes dosis de aditivo de 0.85%, 1.125% y 1.4% con relación al cemento; donde encontramos una ventajosa y mejor trabajabilidad para dicho concreto.

(HUAMANÍ, Ivan., 2018) en su investigación de tesis: “concreto autocompactante: diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho” Evidencia el gran desempeño de este tipo de concreto autocompactante para mejorar en muchos puntos en el mismo, como algunas de las características fundamentales, como la trabajabilidad, calidad, acabados, entre otras. Estudia el comportamiento del aditivo superplastificante en un concreto autocompactante con las diversas propiedades del concreto, para ello realizó respectivos ensayos del concreto en estado fresco para analizar la fluidez del mismo, considerando entre ellos los siguientes: embudo en V y Slump Flow, también hizo un análisis del concreto en estado endurecido, realizó y utilizó el ensayo muy importante y básico de resistencia a la compresión. Concluyendo en su proyecto en lo siguiente: En su investigación obtuvo un concreto autocompactante con materiales de la fluencia del Río Cachi, las cuales fueron evaluados y resultaron ideales para este tipo de

concreto, haciendo hincapié que, para ser utilizados dichos materiales, tuvieron que cumplir con ciertos parámetros que estipula o plasman las normativas encargadas, también menciona que pudo comprobar que el CAC no necesita compactación, ya que el mismo por sus características y por su propio peso se compacta y reduce la cantidad de vacíos a comparación de un concreto común o convencional, esta característica es muy notable porque si hacemos una comparación del CAC y el convencional, resulta que la densidad del CAC es mucho mayor.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación:

En el presente trabajado o informe de investigación, se empleó el tipo de investigación aplicada porque prácticamente busca encontrar, e innovar y resolver problemas a través de productos, que en este caso se utilizó un aditivo superplastificante con la finalidad de diseñar, y obtener un concreto autocompactante.

3.1.2. Diseño de investigación:

Convencido ya con el planteamiento del problema, se llegó a definir el alcance inicial de la investigación y se formularon las hipótesis (o no se establecieron debido a la naturaleza del estudio). El investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de responder a las preguntas de investigación, además de cubrir los objetivos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio. El termino diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema. (HERNANDEZ, Roberto., 2014) Tomando como base dicha consideración antes mencionada, nuestro estudio correspondió a un diseño de investigación experimental, y de alcance correlacional, ya que se tuvo que evaluar cómo se relacionó y reaccionaron las distintas o diversas dosis de aditivo superplastificante Per Suplast 499D, más la fibra de acero, con las principales propiedades del concreto tanto en estado fresco como también en estado endurecido.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable Independiente

Aditivo superplastificante Per Suplast 499D.

3.2.2 Variable Dependiente

Concreto autocompactante

3.2.3 Matriz de operacionalización

En el anexo 1 se muestra la matriz de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Mezcla de concreto autocompactante.

3.3.2. Muestra

Ensayos establecidos en el concreto Autocompactante (probetas de Concreto)

3.3.3. Muestreo

Se empleó o utilizó el criterio de marco muestral tomando como base a la NTP 339.034, la cual nos permitirá identificar los elementos con la posibilidad de enumerarlos, tanto como para los ensayos en estado fresco como para los ensayos en estado endurecido.

- Por cada diseño (f'c) se efectúa 6 ensayos, 4 en estado fresco y 2 en estado endurecido.
- Por cada ensayo en estado fresco, se elaboraron 3 probetas como mínimo.

Tabla 1. Ensayos del concreto Autocompactante.

DISEÑO	ENSAYO EN ESTADO FRESCO	ENSAYO ESTADO ENDURECIDO
F'c = 450 y 400 kg/cm ²	<ol style="list-style-type: none">1. Prueba Slump F.2. Prueba de la Caja L.3. Prueba del Embudo V.4. Prueba del anillo J.	<ol style="list-style-type: none">1. Resistencia a la compresión en edades de 7,14 y 28 días.2. Resistividad del concreto en edad de 28 días

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla plasmamos todos los ensayos que si bien es cierto son la base de este proyecto, tanto en estado fresco como en estado endurecido, que se realizaron y llevaron a cabo mediante éste informe de investigación, con la finalidad de hacerlo interesante y, sobre todo explicar de forma sencilla cada uno de ellos, obtener resultados, basándonos en las normativas que nos dan ciertos parámetros que a la vez valida dicho proyecto.

Tabla 2. Métodos de Prueba para medir las características del CAC

Nombre del ensayo	Categoría	Características	¿Qué mide la Prueba?
Slump flow o de escurrimiento	Flujo no confinado	Capacidad de llenado	Extensión del flujo
Embudo V	Flujo no confinado	Capacidad de llenado	Tasa de flujo
Caja - L	Flujo confinado	Capacidad de paso y llenado	Relación de flujo y distancia
Del anillo J	Flujo confinado	Capacidad de paso y llenado	Extensión del flujo

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla tenemos para los ensayos los métodos de prueba, categoría, características y que es lo que mide cada prueba, para evaluar con eficacia al concreto autocompactante, acompañado de la inspección visual y criterio profesional.

3.3.4. Unidad de análisis

Mezcla de concreto Autocompactante

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Métodos de investigación.

- **Análisis.** En este informe de investigación se comprendió de forma práctica las principales propiedades y sobre todo las características de cada uno de los elementos que se usó en dicho diseño de concreto autocompactante, por otro lado, se determinó la reacción de los mismos en su cohesión con la finalidad y objetivo de obtener o conseguir nuevas propiedades al unirlos (HERNANDEZ, Roberto., 2014)
- **Deducción.** Se apostó por este método por tal motivo que mencionamos a una mezcla de un concreto conocida como convencional, entonces, entendiendo el comportamiento de la misma, apostamos por diseñar un concreto más resaltante y a la vez de alto desempeño, y con mejores ventajas, capaz de movilizarse y llegar a cada rincón de una estructura por su propio peso, con sus propias y

principales características, que lo auto dominan como un concreto autocompactante.

➤ **Técnicas de recolección de información.**

(HERNANDEZ, Roberto., 2014) hacen mención que todo instrumento de recolección de datos debe tener como características estos tres requisitos: confiabilidad, validez y objetividad.

➤ **Observación.** Para ésta investigación se utilizó ésta técnica, acompañada del criterio profesional, e inspección visual, con el propósito de obtener y adquirir todos los datos posibles y necesarios de los diversos ensayos, tanto en estado fresco como también en estado endurecido del concreto, con la finalidad que reflejen y evidencien la realidad de dicho estudio y la investigación que se ejecutó.

➤ **Análisis de Documentos.** Se utilizó esta técnica de recolección, con el propósito de conocer y más que eso, nos basamos en la normatividad encargada, siguiendo el procedimiento para cada uno de los ensayos que se ejecutaron; aparte de ello, utilizamos documentos relacionados con el tema de estudio y alcanzar importantes conocimientos referentes a lo que se trabajó en el campo en este caso en el laboratorio.

3.4.2. Descripción de los Instrumentos utilizados

➤ **Guía de Observación:**

Se empleó varias guías, formatos establecidos con la finalidad de extraer datos requeridos según o acorde a los ensayos que se ejecutaron en el campo o laboratorio, a medida que se desarrollaron paso a paso los ensayos, acompañados del criterio profesional, de una observación e inspección visual muy minuciosa, se procedió a tomar en su totalidad los datos adquiridos y respectivos de cada uno, además, se hizo apuntes según correspondió.

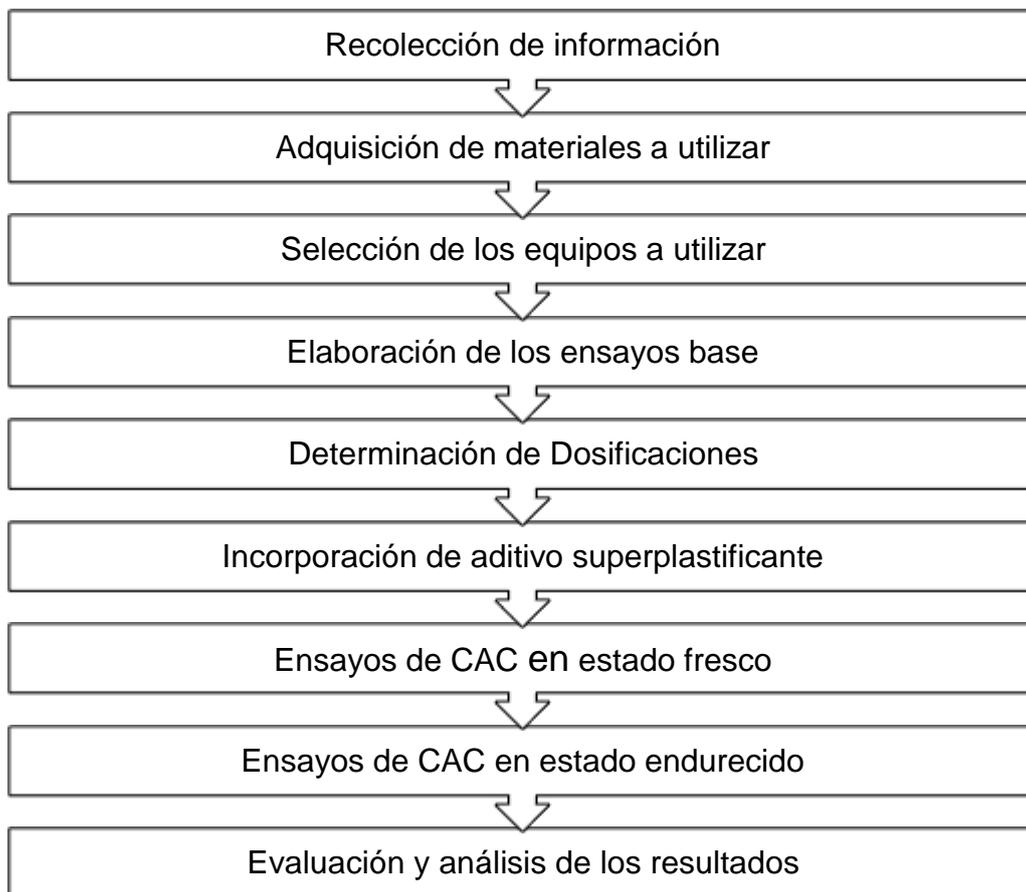
➤ **Guía de Documentos:**

Para el proceso planeado se requirió de guías según las normas de acuerdo a lo que establecen para un concreto autocompactante, o autoconsolidante, de tal manera que se tomó como base para que todos los ensayos que realizamos de forma minuciosa, correcta y establecida de acuerdo a lo leído, sean una máxima evidencia de lo que se quiso diseñar e investigar durante este desarrollo del informe de investigación.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Diagrama de flujo

Gráfico 1. Procedimiento de elaboración del proyecto de investigación



Fuente: Elaboración propia.

Para la realización y ejecución del diseño de concreto autocompactante se basó en la guía para las proporciones y procedimiento de dosificación presentada por el ACI 237R – 07.

Existen tres premisas para establecer proporciones de mezcla para un concreto autocompactante: 1. Alto contenido de cemento y aditivo Superplastificante, 2. Bajo contenido de cemento y más aditivo Superplastificante, y 3. Contenido de cemento, aditivo Superplastificante tomando cantidades moderadas (ACI 237R - 07., 2014)

Se basó en la acumulación de toda la información necesaria, de ensayos de laboratorio para poder adquirir una dosificación adecuada de los agregados, cemento, agua y aditivo superplastificante a utilizar para mencionado diseño de CAC que se planeó ejecutar o diseñar, sin desatender o abandonar el cumplimiento de los parámetros establecidos según normativas involucradas, de igual forma con los equipos, que sean básicos y necesarios a utilizar, mantengan y cumplan con las características requeridas y exigidas por las normas establecidas y, nos arrojen datos reales y prácticamente confiables. Cabe mencionar que en primer lugar se optó por el aditivo, Sikament 290N, sin obtener resultados positivos, por ende, en este trabajo de investigación se cambió a otro aditivo conocido como Per Suplast 499D, mostrando todas las características para un CAC.

A continuación, se describen los ensayos que se utilizó para medir prácticamente las propiedades de un concreto autocompactante, en estado fresco:

- ✓ Ensayo Slump Flow o escurrimiento
- ✓ Ensayo de J-Ring o Anillo Japonés
- ✓ Ensayo de la caja L-Box
- ✓ Ensayo del embudo V.

Si bien es cierto, los ensayos antes mencionados son principalmente la base del presente proyecto de investigación.

1. Ensayo Slump Flow (ASTM C1611) – Ecurrimiento: Determina la fluidez. Tiene como objetivo evaluar el flujo libre horizontal de CAC en ausencia de obstrucciones. Con parámetros $T50 \leq 8$ seg. Y $450 \text{ mm} \leq df \leq 800 \text{ mm}$. Aparte de la prueba visual de segregación y estabilidad.

Figura 1. Ensayo de asentamiento

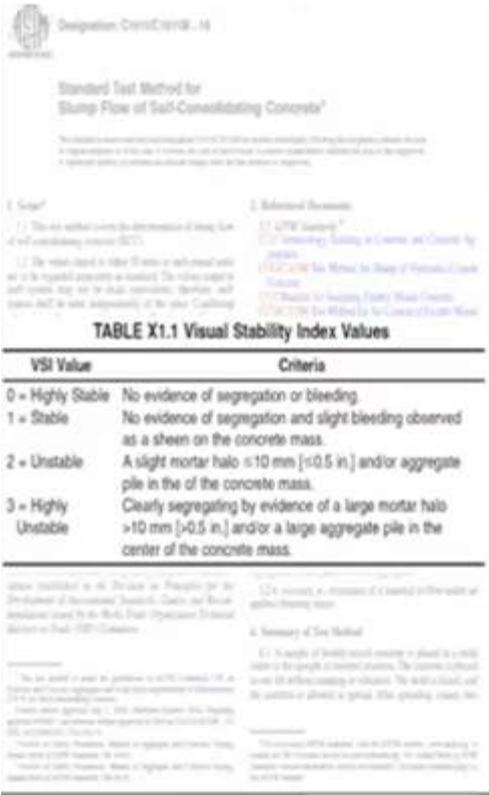


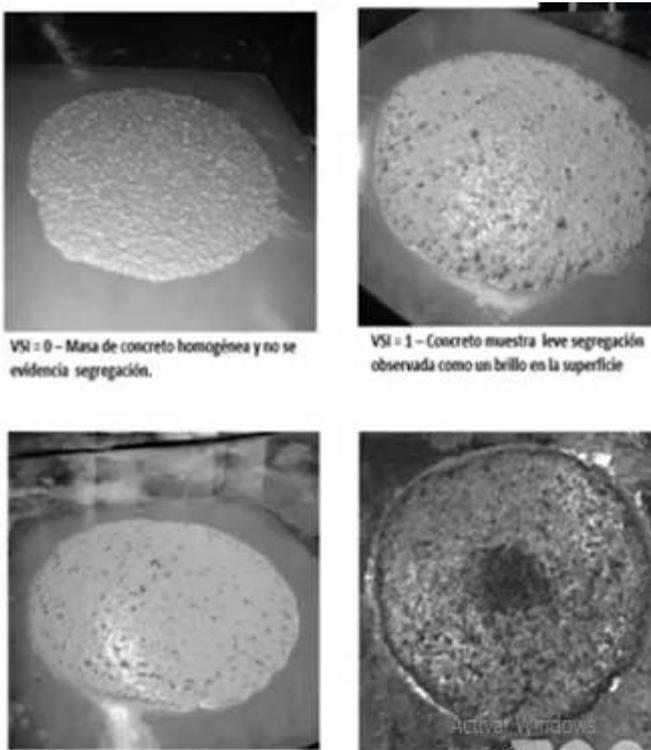


ENSAYO	PARAMETRO	RANGO ADMISIBLE
SLUMP FLOW	T50	T50 ≤ 8 seg
	df	450 mm ≤ df ≤ 800 mm

Fuente: ASTM C 1611.

Figura 2. Prueba visual de segregación y estabilidad.





VSI = 0 – Masa de concreto homogénea y no se evidencia segregación.

VSI = 1 – Concreto muestra leve segregación observada como un brillo en la superficie

VSI = 2 – Se evidencia un halo de mortero y agua en los bordes

VSI = 3 – Concentración de agregado grueso en el centro de la masa y presencia de halo en los bordes

Fuente: ASTM C 1611.

2. Ensayo del anillo japonés (ASTM C 1621). Determina la habilidad de paso a través del acero.

Figura 3. Ensayos del anillo J.



Fuente: ASTM C 1621.

3. Ensayo de la caja L. (ACI 237R-07) Esta prueba evalúa el flujo confinado del SCC y la medida en que está sujeto a bloqueo por el acero. Con relación a las alturas H2/H1 y mientras sea más cercano a 1 el resultado, de mejores características es dicho CAC.

Figura 4. L box o caja L



Fuente: ACI 237R.

Figura 5. Prueba de la caja L



Fuente: ACI 237R.

4. Ensayo de Embudo V (UNE-EN – 12350-8)

Principalmente tiene como objetivo determinar la capacidad de relleno o llenado (fluidez) y también la viscosidad del concreto. Con límites de la prueba no menor a 4 segundos ni mayor a 20 segundos.

Figura 6. Embudo V Fúnel



Fuente: UNE-EN – 12350.

5. Resistencia a La Compresión Testigos Cilíndricos (NTP 339.034)

Este ensayo es reconocido y se aplica especialmente en estado endurecido del concreto y tiene como objetivo lo siguiente:

- Controlar y evaluar si la dosificación es la adecuada para alcanzar el diseño propuesto.
- Verificar la resistencia del concreto como se encuentra en la estructura.

En cuanto al principio teórico, determina el $f'c$ para el tiempo de curado de probetas de 7, 14 y 28 días con una determinada mezcla de CAC.

6. Resistividad eléctrica del concreto. (UNE 83988-2:2014)

Este es un ensayo que se realiza también en estado endurecido, se fundamenta prácticamente en encontrar una forma sencilla y no destructiva de saber qué tan resistente a la compresión y a la corrosión podría llegar a ser un concreto.

(ANDRADE, Carmen, 2020) La resistividad es la inversa de la conductividad.

La resistividad eléctrica del hormigón es un indicador de su durabilidad. Es también una medida indirecta de su porosidad y de su grado de saturación en agua. Entonces, mientras mayor es la resistividad, menor es la porosidad del hormigón y por lo tanto garantiza que es mayor su resistencia mecánica, al tener más fase sólida por volumen.

La resistividad del hormigón también depende de su temperatura, por lo que suele usarse una temperatura como referencia. A efectos de esta recomendación técnica la temperatura de referencia es la de $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

(Andrade, C, D. Andrea, 2011) La resistividad es un indicador del fraguado y de la resistencia mecánica, del grado de saturación del hormigón y por ello del grado de curado y de la impermeabilidad o resistencia al ingreso de sustancias agresivas en el hormigón. Finalmente tiene una relación directa con la velocidad de corrosión al indicar el grado de humedad del hormigón. Por todo ello es un parámetro que permite relacionar a la microestructura con el comportamiento durable del hormigón.

3.6. Método de análisis de datos

De los ensayos realizados, todos los resultados fueron minuciosamente analizados, interpretados, estudiados y observados detenidamente, acompañado del criterio profesional y apoyándose en las normativas encargadas, para poder acumular de forma exacta todos los datos que fueron necesarios, de tal manera, responder los objetivos planteados anteriormente, acompañado de evidencias y ver la importancia de la presente e importante investigación. Que además tiene el propósito de plasmar evidencias bastantes claras y fundamentales, para que

cualquier lector o investigador del tema tenga como una referencia y sobretodo le sea útil.

3.7. Aspectos Éticos

(ALVARES, Viera., 2018) según Alvares nos dice que, la sensibilidad ética es una medida de la honestidad y claridad de una propuesta de investigación. “La ética es la ciencia que fundamenta el comportamiento del ser humano para adecuarlo al bien del universo, sociedad y el individuo”. Lo que se pide al investigador es una actitud mental con una consideración completa de las implicaciones de su investigación.

El presente informe de investigación se trabajó, con finalidad de sumar, aportar y dar nuevos conocimientos en este tema del CAC y de gran desempeño, para que en un futuro también incorpore y la usen como referencia a temas similares, se está dando el respectivo reconocimiento a los autores allegados al tema mediante citas, con el propósito de hacer justicia y dejar de lado el plagio.

Los beneficiados futuros que puedan adquirir información mediante este informe de investigación, deben estar acorde con el código ético de la profesión, ya que es fundamental e importante, tener en cuenta y ver, de qué manera, cada individuo está contribuyendo ante la sociedad.

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS RESALTADOS EN FIGURAS Y TABLAS.

4.1.1 Resultados de los agregados involucrados en La presente tesis:

Del laboratorio se concluyó y se obtuvo los siguientes resultados:

Granulometría.

Tabla 3. Resultados del análisis granulometría del agregado fino

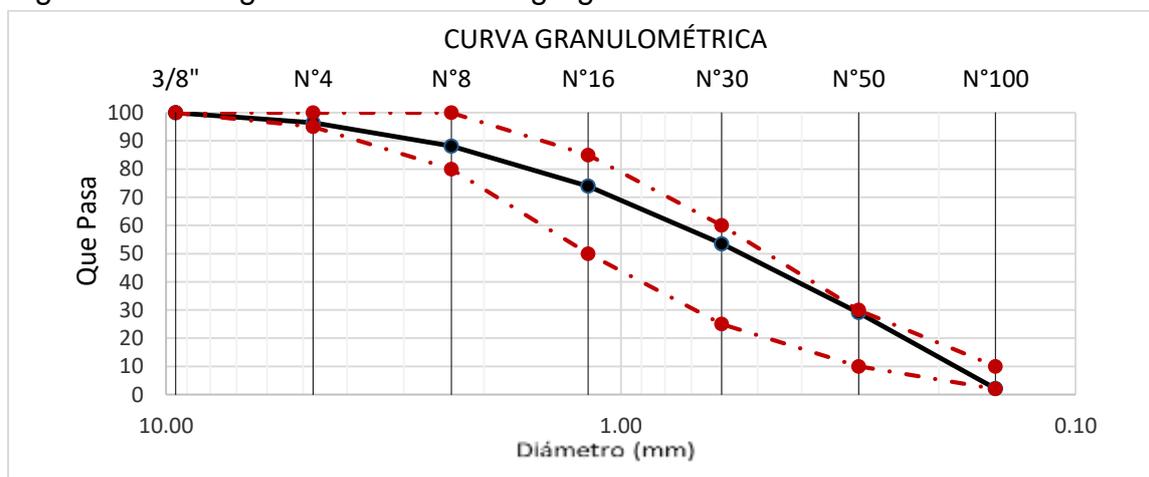
Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00	100
Nº 4	4.750	3.60	3.60	96.40	95 - 100
Nº 8	2.360	8.25	11.85	88.15	80 - 100
Nº 16	1.180	14.24	26.09	73.91	50 - 85
Nº 30	0.600	20.44	46.53	53.47	25 - 60
Nº 50	0.300	24.39	70.93	29.07	10 - 30
Nº 100	0.150	26.92	97.85	2.15	2 - 10

MÓDULO DE FINEZA	2.57
-------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

Entonces según resultados del laboratorio obtuvimos un módulo de fineza para el agregado fino (M.F = 2.57). Por lo que se puede rescatar que, dicho dato, se encuentra entre los valores 2.3 a 3.1 según lo recomendado por la norma peruana encargada. (NTP 400.037)

Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

La granulometría del agregado fino según la figura, evidencia que cumple con las especificaciones técnicas, puesto que se encuentra dentro de los límites inferior, y superior granulométrico. Por ende, cumple con la norma NTP 100.037.

Tabla 4. Resultados del análisis granulometría del agregado grueso

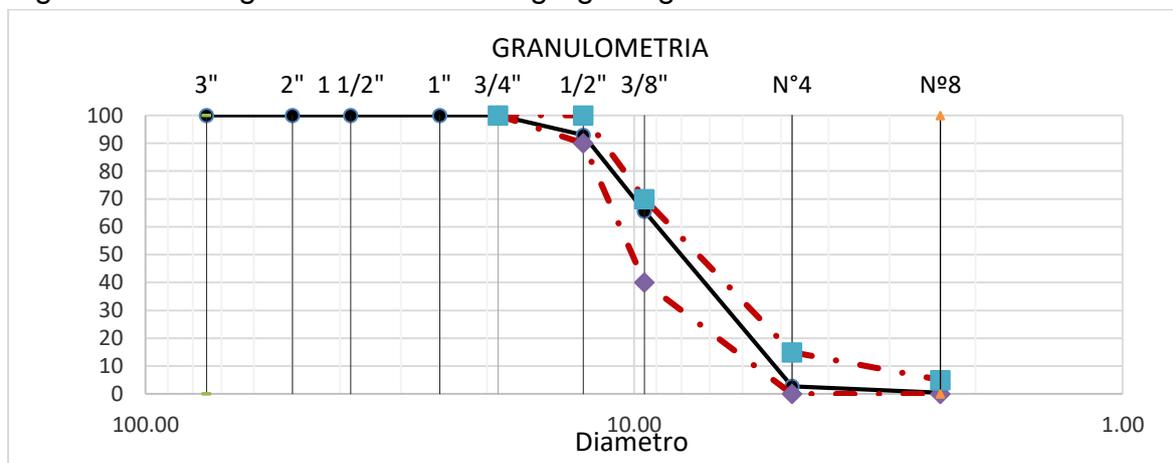
Piedra Chancada			Cantera : Pacherras		
Análisis Granulométrico por tamizado					
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	Huso
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	7
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.70	7.1	7.1	92.9	90 - 100
3/8"	9.52	27.3	34.4	65.6	40 - 70
Nº4	4.75	62.8	97.3	2.7	0 - 15
Nº8	2.36	2.3	99.5	0.5	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				1/2"	

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla podemos apreciar que se obtuvo dos datos importantes: Siendo el primer dato el tamaño máximo del agregado, y el tamaño máximo nominal del mismo.

Por consiguiente, tenemos que el tamaño máximo es 3/4", porque, es la malla que pasa prácticamente el 100%, del agregado y el tamaño máximo nominal es de 1/2" porque existe un primer porcentaje de agregado retenido (7.1%), siendo este el óptimo para el diseño del CAC.

Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Si visualizamos la figura 8, de la curva granulométrica, la granulometría del A.G. también se mostró dentro de los límites granulométricos según la norma peruana NTP 400.037, se rescató que el agregado grueso se encontró dentro de los usos granulométricos de la NTP 400.037. Concluyendo que dicho material es óptimo para el uso del diseño de CAC.

Tabla 5. Resultados de los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.

ENSAYO DE LOS AGREGADOS				
Materiales	Unidad	Cemento	Arena	Piedra
TMN				1/2"
Peso Específico de la masa (PEm)	gr/cm ³	3.11	2.43	2.71
Peso Unitario Seco Suelto (PUSS)	kg/m ³		1577.51	1355.86
Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)	kg/cm ³		1772.15	1504.9
% Humedad			1.2	0.56
% Absorción			1.55	1.47
Módulo de Fineza			2.57	3.4

Fuente: Elaboración propia.

Resultados obtenidos del laboratorio, ver a detalle en anexos 2 y 3

4.1.2 Resultados de los ensayos del CAC en estado fresco

- Mediante los diseños trabajados y materiales aplicados, e involucrados, para dicho diseño, resaltando que en primera instancia se trabajó con un Aditivo llamado Sikament 290N, el cual presentó resultados negativos a los que realmente requiere un concreto Autocompactante, se trabajó con porcentajes 1.20 % y 1.35% para adición a la mezcla, dichos porcentajes no resultaron convenientes. Fue suficiente con realizar una sola prueba (concreto en estado fresco) se realizó la prueba o ensayo de escurrimiento (Slump Flow) Con tan solo dar 440 mm y 460 mm los diámetros de extensibilidad, quedando fuera de los parámetros según normativa, ASTM C1611 ($450\text{mm} \leq \text{SF} \leq 800\text{mm}$, $T50 \leq 8 \text{ Seg.}$). Por lo tanto, ya no se realizó ninguna prueba o ensayo más (ver diseño en anexos 8). Entonces se afirmó que, el aditivo mencionado en ésta ocasión no se utilizó, por recomendación de un personal experimentado, se optó por otra alternativa, un nuevo aditivo superplastificante, llamado como PER SUPLAST 499 D (ver a detalle en anexos 8)

Figura 9. Evidencia de la mezcla en ensayo de Slump Flow y T50



Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de Slump Flow, con resultados fuera de los parámetros según normativa.

Entonces se obtuvo lo siguiente:

Para T50:

- Ensayo práctico o realizado: 9 seg. Por lo que se pudo afirmar que dicho ensayo no cumple con la normativa.

Para df:

- Ensayo práctico o realizado: 440 mm y 460 mm. Por lo que también se pudo afirmar que no cumple con los parámetros de la normativa (ver a detalle el diseño en anexos 8 – tabla 1)

Por lo que se hizo ajustes en dichos diseños de concreto autocompactante patrones y con nuevo aditivo superplastificante (ver detalle de diseños en anexos 8)

Seguidamente se plasman los resultados de la mezcla en estado fresco, de ambos concretos patrones ($C^{\circ}P_1 = 450\text{kg/cm}^2$ y $C^{\circ}P_2 = 400\text{ kg/cm}^2$)

4.1.2.3. Resultados de ensayos del Concreto Autocompactante en estado fresco

Se consiguió datos y resultados confiables y a la vez esperados que a continuación se plasman en tablas y figuras.

Tabla 6. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C° P2)									
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	60/40	1.80%	740 X 720	4	0.94	11	660 X 640
400 kg/cm ²	10	0.45	63/37	1.85%	650 X 640	5	0.89	13	610 X 590

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla 6 se obtuvieron resultados de los trabajos prácticos en el campo o laboratorio, Resaltando que todos cumplen con los parámetros establecidos a los que estipulan las normativas involucradas para dicho concreto, para ambos diseños de concretos patrones (f'c 450kg/cm² y f'c 400kg/cm²).

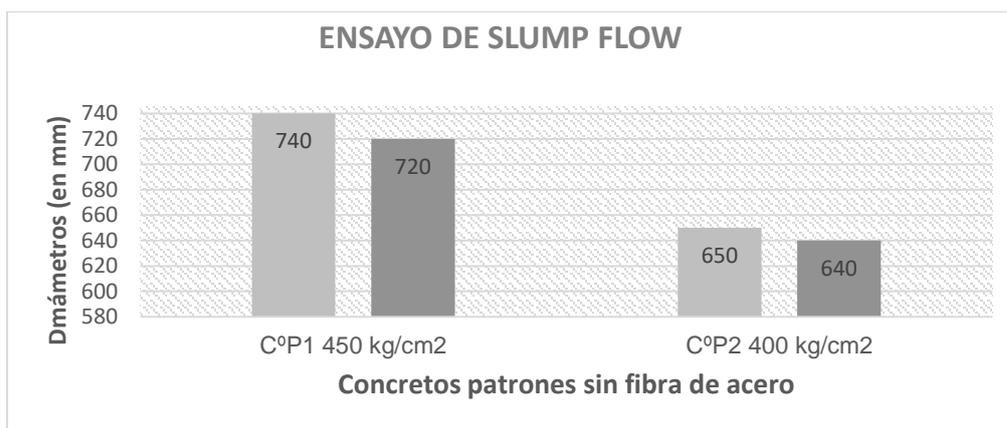
cumpliendo tres requisitos fundamentales: Capacidad de llenado, relacionada con la movilidad y fluidez del concreto, se puede evaluar mediante el ensayo de embudo V (UNE-EN 12350-9). $T_v 4\text{seg} \leq T_v \leq 20 \text{ seg}$. Capacidad y habilidad de paso, entre obstáculos, Se puede analizar mediante el ensayo del anillo japonés. (ASTM C1621) Teniendo como característica crítica para armaduras altamente congestionadas, además que la mezcla debe permanecer cohesiva. También mediante la caja L. (ACI 237R – 07) que evalúo el fuljo confinado de CAC y la medida en que está sujeta al bloqueo por aceros u obstáculos. Y por último Resistencia a la segregación, que prácticamente tuvo que ver y evitar la separación de los componentes, y la distribución de los mismos fueron homogéneos, asimismo determinaron la fluidez. Que se puede analizar a través del ensayo de Slump Flow (ASTM C1611) $T_{50} \leq 8 \text{ seg}$. y $d_f 450\text{mm} \leq d_f 800 \text{ mm}$.

Tabla 7. Resultados del ensayo de slump flow de concretos patrones

ENSAYO	ENSAYO S.F. O DE ESCURRIMIENTO	
	C° P1 450 kg/cm ²	C° P2 400 kg/cm ²
S.F. (∅. en mm.)	740	650
	720	640

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Ensayo de Slump Flow de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

Con los datos que se obtuvo, podemos apreciar en la tabla 7 y en la figura 10, que los resultados para el ensayo de Slump Flow, estuvieron dentro de los parámetros según la norma ASTM C1611.

Tabla 8. Resultados del ensayo T50 de concretos patrones

ENSAYO	RESULTADOS DEL ENSAYO S. F. - ESCURRIMIENTO	
	C° P1 450 kg/cm2	C° P2 400 kg/cm2
T50 (∅. en mm.)	4	5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Ensayo de T50 de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

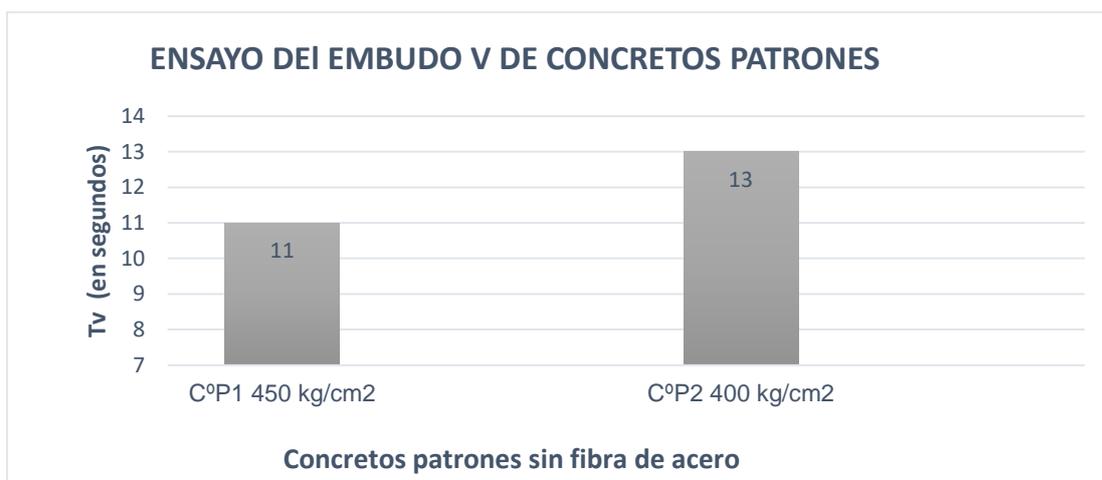
Con los datos que se consiguió, apreciamos en la tabla 8 y en la figura 11, que los resultados para el ensayo de T50, estuvieron dentro de los parámetros según la norma ASTM C1611 con 4 y 5 segundos.

Tabla 9. Resultados del ensayo Embudo V de concretos patrones

ENSAYO	ENSAYO DEL EMBUDO V	
	C° P1 450 kg/cm ²	C° P2 400 kg/cm ²
Embudo V (tiempo en s.)	11	13

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Ensayo del Embudo V de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo vemos en la presente tabla 9 y en la figura 12, que los resultados que se obtuvo para el ensayo del embudo V, para ambos diseños cumplen según la norma UNE-EN- 12350. Con 11 y 13 seg.

Tabla 10. Resultados del ensayo Anillo J de concretos patrones

ENSAYO	ENSAYO DEL ANILLO J	
	C° P1 450 kg/cm ²	C° P2 400 kg/cm ²
ANILLO J (∅. en mm.)	660	610
	640	590

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Ensayo del anillo J de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

Evidenciamos en la tabla 10 y en la figura 13, que ciertos resultados que se consiguió para el ensayo J-Ring o Anillo J. también estuvieron dentro de los parámetros según la norma ASTM C 1621.

Tabla 11. Resultados del ensayo de la caja L de concretos patrones

ENSAYO	RESULTADOS ENSAYO DE LA CAJA L	
	C° P1 450 kg/cm ²	C° P2 400 kg/cm ²
Caja L (H2/H1)	0.94	0.89

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Ensayo de la caja L de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

Con datos que se obtuvo y confiables, Verificamos en la tabla 11 y en la figura 14, que los resultados para el ensayo de la Caja L estuvieron dentro de los parámetros

según la norma ACI 237R por lo que se confirmó y se pudo decir que dicho concreto es ideal.

Tabla 12. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones más fibra de acero (C°P1 = 4.28% C°P2 =4.71%)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PATRIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 4.28% Y 4.71%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	4.28	60/40	1.90%	620 X 625	7	0.42	24	440 X 450
400 kg/cm ²	10	0.45	4.71	63/37	1.95%	610 X 625	7	0.40	25	430 X 440

Fuente: Elaboración propia.

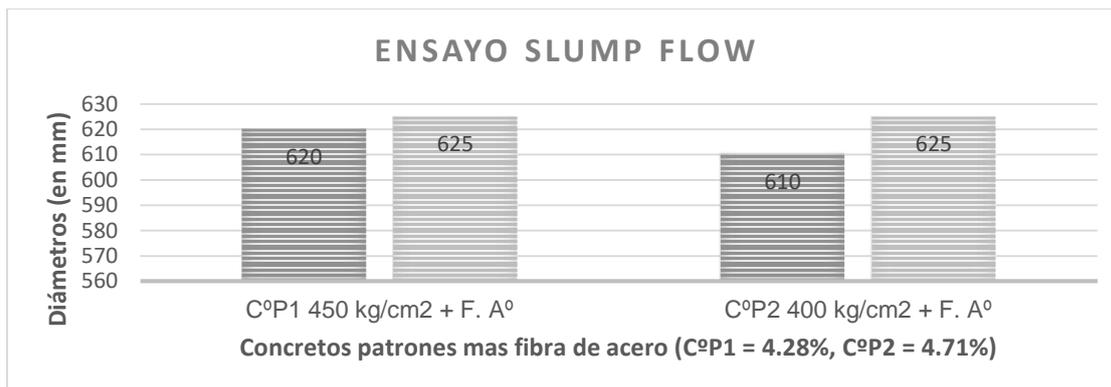
Con los datos obtenidos, se concluyó que: en la presente tabla 12, el CAC, ya con fibra de acero z, tener en cuenta que se le subió el porcentaje de aditivo, debido que, al adicionarle la fibra, el concreto se porta menos fluido (Partiendo de los concretos patrones 1 y 2) se puede evidenciar claramente los resultados obtenidos de los trabajos prácticos en el campo o laboratorio, en este caso para ambos diseños (f'c 450kg/cm² y f'c 400kg/cm²). Resaltando que no todos los ensayos cumplen con los parámetros establecidos a los que estipulan las normativas involucradas para dicho concreto. Cabe mencionar que en los ensayos de S.F y T50, cumplen con los parámetros establecidos, mientras que en los ensayos de la caja L, el embudo V, y el anillo J no cumplen con los parámetros. Concluyendo que, los dos primeros ensayos que pasan la prueba, están libres de obstrucción alguna (sin acero) que es lo contrario a los ensayos de la caja L y el anillo J y el embudo V que no cumplen la prueba, entonces se deduce que, no es recomendable este porcentaje de fibra de acero para estructuras altamente reforzadas, con acero.

Tabla 13. Resultados del ensayo Slump Flow con porcentajes de A^o 4.28% Y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P1 = 4.28% Y C ^o P2 = 4.71%)	RESULTADOS DEL ENSAYO S.F.	
	C ^o P1 450 kg/cm ² + F. A ^o .	C ^o P2 400 kg/cm ² + F. A ^o .
ENSAYO S. F. (∅. en mm.)	620	610
	625	625

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Ensayo de S.F. con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

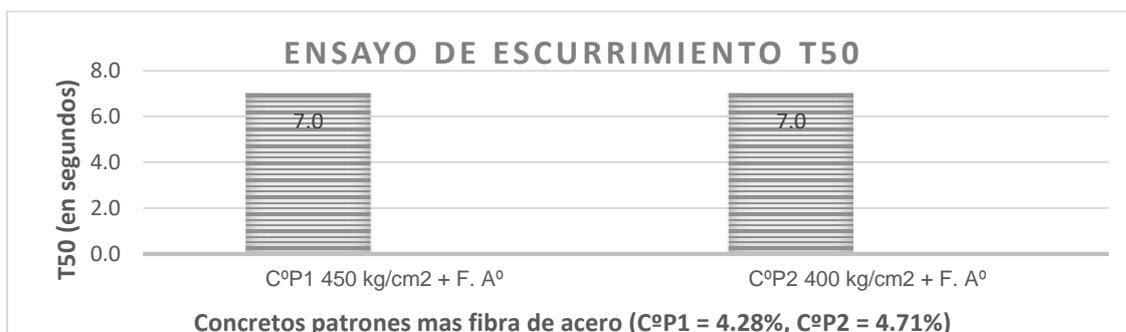
Como podemos apreciar los datos que se muestran en la tabla 13 y en la figura 16 que se obtuvieron de ambos diseños cumplen con el ensayo y parámetros de la norma ASTM C1611

Tabla 14. Resultados del ensayo T50 con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P1 = 4.28% Y C ^o P2 = 4.71%)	RESULTADOS DEL ENSAYO S.F.	
	C ^o P1 450 kg/cm ² + F. A ^o	C ^o P2 400 kg/cm ² + F. A ^o
ENSAYO T50 (tiempo en s.)	7.0	7.0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Ensayo de T50 con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

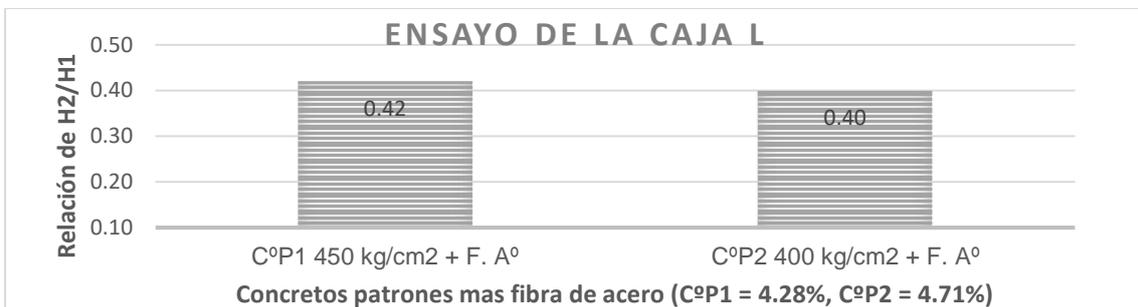
Con datos que se consiguieron después de los ensayos, como podemos apreciar se muestran en la tabla 14 y en la figura 16 ambos diseños cumplen con el ensayo y parámetros de la norma ASTM C1611.

Tabla 15. Resultados del ensayo de la Caja L con porcentajes de A° 4.28% Y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C°P1 = 4.28% Y C°P2 = 4.71%)	RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA CAJA L	
	C°P1 450 kg/cm ² + F. A°	C°P2 400 kg/cm ² + F. A°
Ensayo caja L (H2/H1)	0.42	0.40

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Ensayo de la caja L con porcentajes de Acero 4.28% Y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

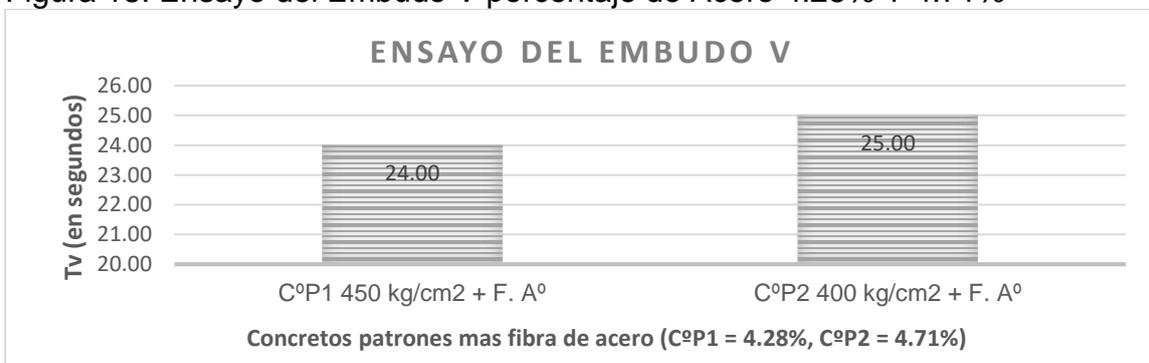
Con datos que se obtuvieron, podemos apreciar los que se muestran en la tabla 15 y en la figura 17 ambos diseños no cumplen con el ensayo y parámetros de la norma ACI 237R-14.

Tabla 16. Resultados del ensayo del Embudo V con porcentaje de A° 4.28% Y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C°P1 = 4.28% Y C°P2 = 4.71%)	RESULTADOS DEL ENSAYO DEL EMBUDO V	
	C°P1 450 kg/cm ² + F. A°	C°P2 400 kg/cm ² + F. A°
Ensayo del embudo V (Tiempo en s.)	24.00	25.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Ensayo del Embudo V porcentaje de Acero 4.28% Y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

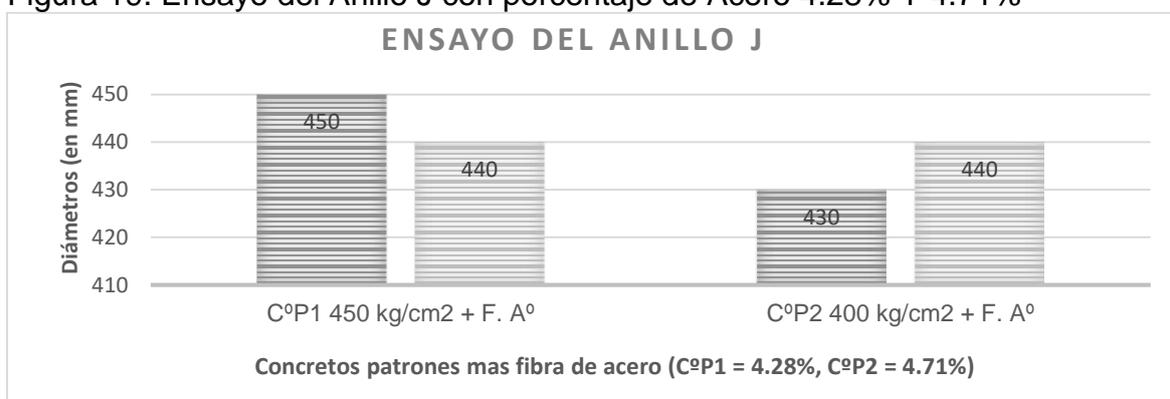
Como podemos apreciar los datos que se obtuvieron y plasmados en la tabla 16 y en la figura 18 ambos diseños no cumplen con el ensayo y parámetros de la norma UNE- EN- 12350 debido al porcentaje de la fibra de acero z.

Tabla 17. Resultados del ensayo del Anillo J porcentaje de Acero 4.28% Y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C°P1 = 4.28% Y C°P2 = 4.71%)	RESULTADO DEL ENSAYO DEL ANILLO J	
	C°P1 450 kg/cm2 + F. A°	C°P2 400 kg/cm2 + F. A°
Ensayo del anillo J (∅. en mm.)	450	430
	440	440

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Ensayo del Anillo J con porcentaje de Acero 4.28% Y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

Como podemos evidenciar según los datos que se adquirieron, se muestran en la tabla 17 y en la figura 19, ambos diseños no cumplen con el ensayo y parámetros que la norma ASTM C1621 recomienda, no alcanzan ni el diámetro de 50 cm, por lo que el porcentaje de acero dificulta a este tipo de ensayo.

Tabla 18. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones más fibra de acero (C°P1 = 2.14% C°P2 = 2.36%)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PARTIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 2.14% Y 2.36%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm2	11	0.43	2.14	60/40	1.90%	640 X 625	6	0.83	14	580 X 605
400 kg/cm2	10	0.45	2.36	63/37	1.95%	580 X 605	7	0.87	13	530 X 555

Fuente: Elaboración propia.

Con resultados que se consiguieron después de realizar dichos ensayos base, se reflejan en la tabla 18 y, podemos verificar datos totalmente distintos a las tablas anteriores (referente a los resultados de los ensayos)

Resaltando en primer lugar que el porcentaje de acero ya no es el mismo, entonces se puede apreciar que con este porcentaje los cinco ensayos, cumplen con los requisitos estipulados por las normas, aunque también se puede rescatar que a pesar que cumplieron con ciertos parámetros, se concluye que aun así estuvieron casi al límite, por lo tanto, con este tipo de porcentaje de fibra de acero se puede trabajar, pero, tener cuidado que los datos no son tan recomendables, como para garantizar al 100% la fluidez del CAC.

Tabla 19. Resultados de los ensayos de CAC en estado fresco de concretos patrones más fibra de acero (C°P1 = 1.07% C°P2 = 1.18%)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PARTIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 1.07% Y 1.18%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	1.07	60/40	1.90%	625 X 635	5	0.90	12	600 X 615
400 kg/cm ²	10	0.45	1.18	63/37	1.95%	650 X 610	6	0.89	13	510 X 520

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19 después que se obtuvieron resultados, podemos evidenciar datos diferentes a partir de nuevos porcentajes de acero para los concretos patrones. Haciendo mención que al igual que en las tablas anteriores de resultados del CAC con distintos porcentajes de fibra, también todos los ensayos están dentro de los parámetros y con mejores resultados o mejores aproximaciones a cumplir todas las características que requiere un concreto autocompactante. De tal modo que se concluye que mientras menos sea el porcentaje de la fibra de acero, es mejor el comportamiento de la mezcla del CAC.

Ensayo de Slump Flow (ASTM C1611)

Figura 20. Resultados del Ensayo práctico de S. F.



Fuente: Elaboración propia.

Se midió y se obtuvo ambos diámetros alcanzados por el CAC en dos direcciones perpendiculares (720 mm y 740 mm) cuando el mismo haya dejado de moverse o fluir por completo.

Se concluyó que:

Para el concreto patrón 1 ($C^oP1 = 450 \text{ kg/cm}^2$)

Para T50:

- Ensayo práctico o realizado: 4 s.

Para df:

- Ensayo práctico o realizado: 720 mm Y 740 mm

Para el concreto patrón 2 ($C^oP2 = 400 \text{ kg/cm}^2$)

Para T50:

- Ensayo práctico o realizado: 5 s.

Para df:

- Ensayo práctico o realizado: 650 mm Y 640 mm. resaltar que ambos resultados cumplen con las condiciones que recomienda la normativa

Ensayo del anillo J. (ASTM C1621)

Figura 21. Resultados del ensayo práctico del anillo J.



Fuente: Elaboración propia.

Se apreció que la mezcla permaneció cohesiva y los agregados, no se separaron de la pasta de la mezcla cuando fluye entre los obstáculos. Tanto para el C°P1 Y para el C°P2. Se tomó las medidas en dos direcciones perpendiculares (660mm y 640 mm) para el concreto patrón 1, y para el concreto patrón 2 con diámetros perpendiculares (610 mm 590 mm) por lo que se concluyó que el CAC es aceptable porque entre los dos diámetros no hay diferencia mayor a 50 mm según la norma ASTM C1621. Al mismo tiempo se verificó la mezcla bastante cohesiva, y sin segregación alguna.

Ensayo de la caja L (ACI 237R-07)

Figura 22. Resultados del Ensayo práctico de la caja L.



Fuente: Elaboración propia.

Cuando la mezcla dejó de fluir por completo, se pasó a medir las alturas alcanzadas por la misma H_2/H_1 (Altura final entre la altura inicial). Después de eso y por medio de inspección visual se evaluó los problemas de bloqueo, concluyendo que dicha mezcla cumple con los requisitos de CAC, más aún con los parámetros de la norma ACI 237R.

Deduciendo que:

Para el concreto patrón 1:

Ensayo práctico o realizado:

- $8.5/9 = 0.94$

Para el concreto patrón 2:

Ensayo práctico o realizado:

- $8.5/9.5 = 0.89$

Y según la norma mientras el resultado de dicha división sea más cercano a 1, el concreto es más autocompactante. Cuanto más se acerque la relación a 1, mejor es el potencial de flujo de la mezcla autocompactante, pero cabe mencionar que siempre hay que tener en cuenta el criterio y la inspección visual para ver el estado de la mezcla, que se mantenga cohesiva y evitar la segregación de la misma.

Ensayo del embudo V. (UNE-EN 12350-9)

Figura 23. Llenado del embudo V con CAC para el ensayo práctico



Fuente: Elaboración propia.

El presente equipo contó con las medidas establecidas y requeridas por la norma (UNE-EN 12350-9) Ensayo teórico: $4s. \leq T_v \leq 20s$

Se concluyó que:

Para el concreto patrón 1:

Ensayo práctico o realizado: 11 s.

Para el concreto patrón 2:

Ensayo práctico o realizado: 13 s.

Entonces se pudo afirmar que según los resultados finales conseguidos según los ensayos para dichos concretos patrones, se llegó a la conclusión que ambos están dentro de los parámetros establecidos que la norma encargada de este ensayo, nos recomienda. Que prácticamente lo caracteriza y convierte como concreto autocompactante.

4.1.3. Resultados del CAC en estado endurecido

4.1.3.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034, ASTM C39)

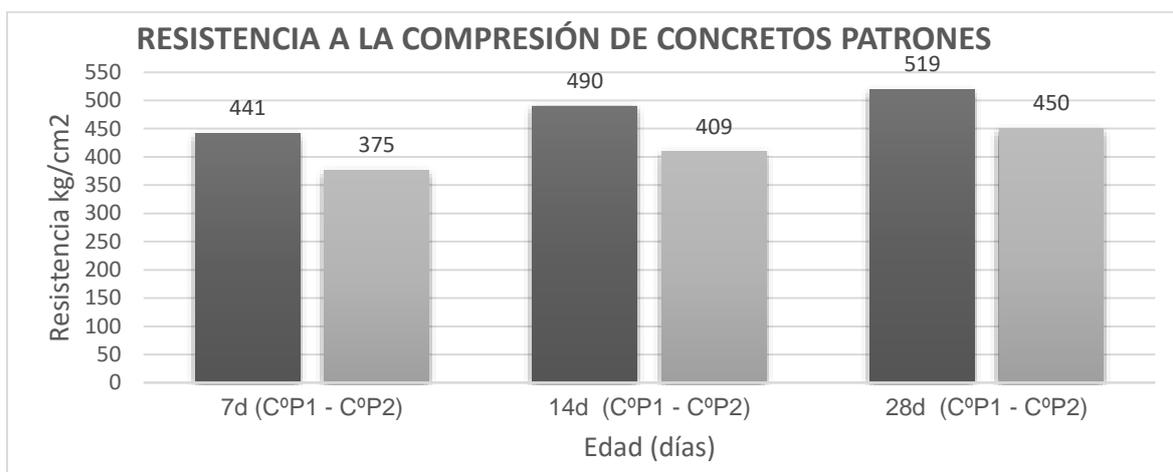
Este ensayo para el concreto en estado endurecido, fue el máximo esfuerzo, que pudo soportar por dicho material, sin sufrir daño alguno (agrietamiento, rotura). Es una propiedad que prácticamente definió su calidad, que en este informe de investigación se realizó en tres diferentes edades, (7 días, 14 días y 28 días). Se realizó para los dos concretos patrones y también para los concretos con la adición de fibra de acero z con distintos porcentajes.

Tabla 20. Resistencia a la compresión de concretos patrones

MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	7d (C°P1 - C°P2)	14d (C°P1 - C°P2)	28d (C°P1 - C°P2)
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
Concreto Patrón 1 (450 kg/cm2)	441	490	519
Concreto Patrón 2 (400 kg/cm2)	375	409	450

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Resistencia a la compresión de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

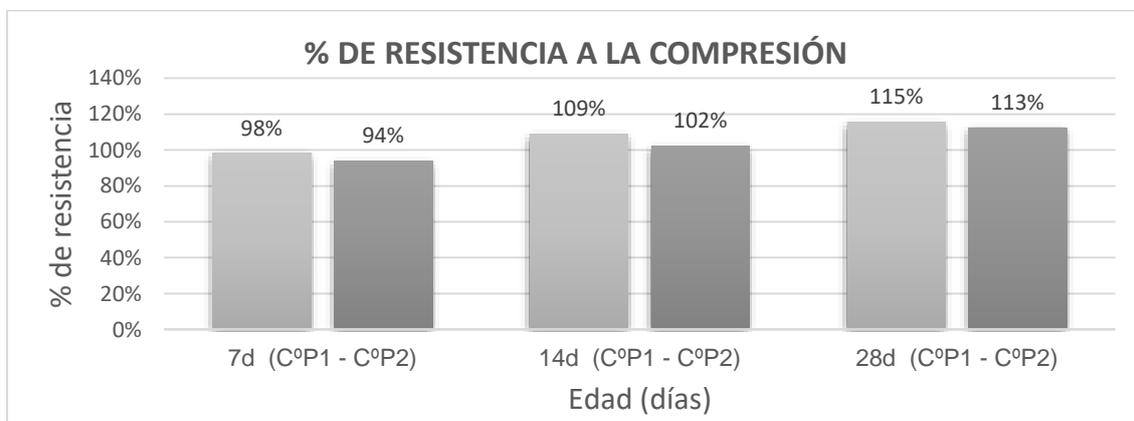
Tanto en la tabla 20 y en la figura 24, podemos verificar resultados de resistencia a la compresión, para los concretos patrones, en este caso sin fibra de acero z, con datos reales y confiables que se obtuvo del laboratorio en tres distintas edades de 7, 14 y 28 días, afirmando que todos los resultados o datos adquiridos, cumple con el diseño planteado.

Tabla 21. % de resistencia a la compresión de concretos patrones

MEZCLA	% RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	7d (C°P1 - C°P2)	14d (C°P1 - C°P2)	28d (C°P1 - C°P2)
	%	%	%
Concreto Patrón 1 (450 kg/cm²)	98%	109%	115%
Concreto Patrón 2 (400 kg/cm²)	94%	102%	113%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. % de resistencia a la compresión de concretos patrones



Fuente: Elaboración propia.

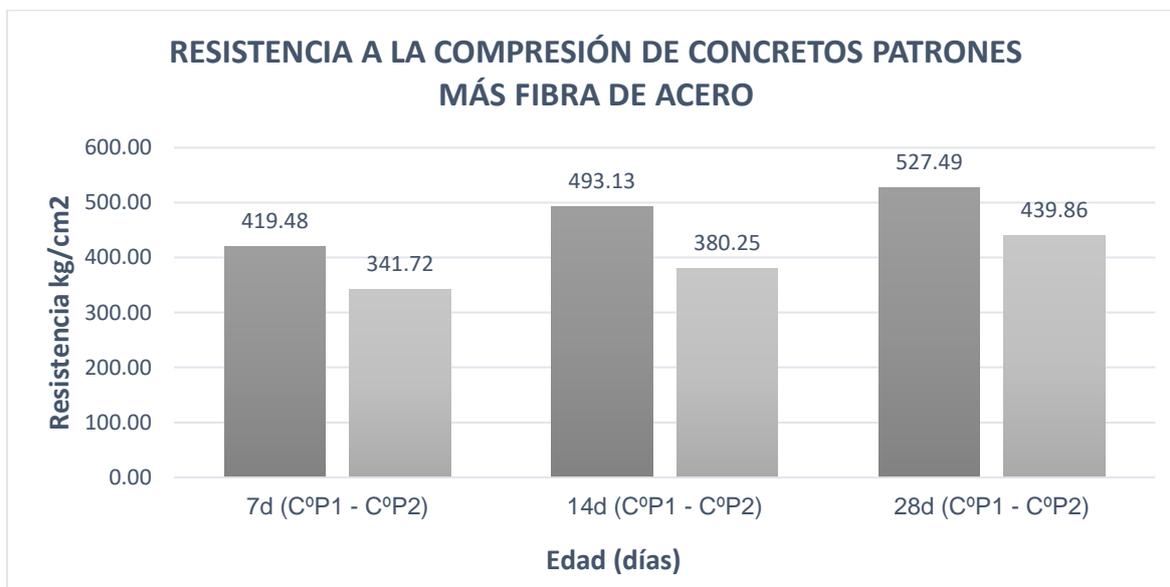
Podemos apreciar en la tabla 21 y en la figura 25, los resultados en porcentajes para la resistencia a la compresión, para ambos diseños, en este caso sin fibra de acero z, con datos reales y confiables que se obtuvo del laboratorio en edades de 7, 14 y 28 días. Resaltando que, según datos dentro de los 7 días tenemos más del 90%, en los 14 días más del 100% y en los 28 días más del 110% de resistencia de dicho concreto autocompactante. Concluyendo que dichos diseños cumplen con el $f'c$.

Tabla 22. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A°. con porcentajes 4.28% y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C°P1 = 4.28% Y C°P2 = 4.71%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C°P1 - C°P2)	14d (C°P1 - C°P2)	28d (C°P1 - C°P2)
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
Concreto P1 + FIBRA DE A° (450 kg/cm2)	419.48	493.13	527.49
Concreto P2 + FIBRA DE A° (400 kg/cm2)	341.72	380.25	439.86

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A° con porcentajes 4.28% y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

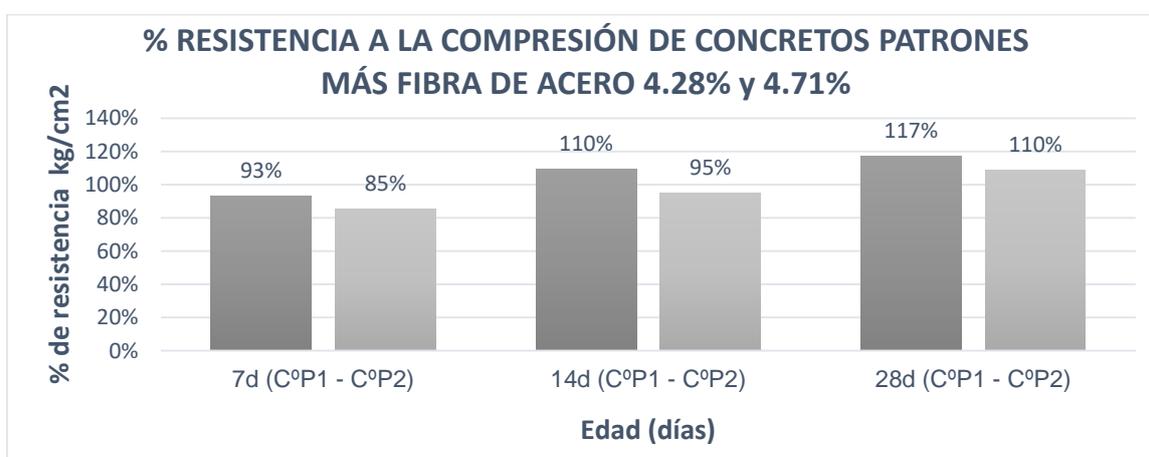
Si analizamos los datos en cuanto a la resistencia a la compresión, de acuerdo a la tabla 22 y en la figura 26, en este caso al CAC, partiendo de los concretos patrones, más fibra de acero, es verdad que cumplen con el $F'c$, pero no hay un aumento significativo, relevante a los concretos patrones, sin embargo, cumple con los diseños.

Tabla 23. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A⁰ con porcentajes 4.28% y 4.71%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P1 = 4.28% Y C ^o P2 = 4.71%)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C ^o P1 - C ^o P2)	14d (C ^o P1 - C ^o P2)	28d (C ^o P1 - C ^o P2)
	%	%	%
Concreto P1 + FIBRA DE A ⁰ (450 kg/cm ²)	93%	110%	117%
Concreto P2 + FIBRA DE A ⁰ (400 kg/cm ²)	85%	95%	110%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A⁰ con porcentajes 4.28% y 4.71%



Fuente: Elaboración propia.

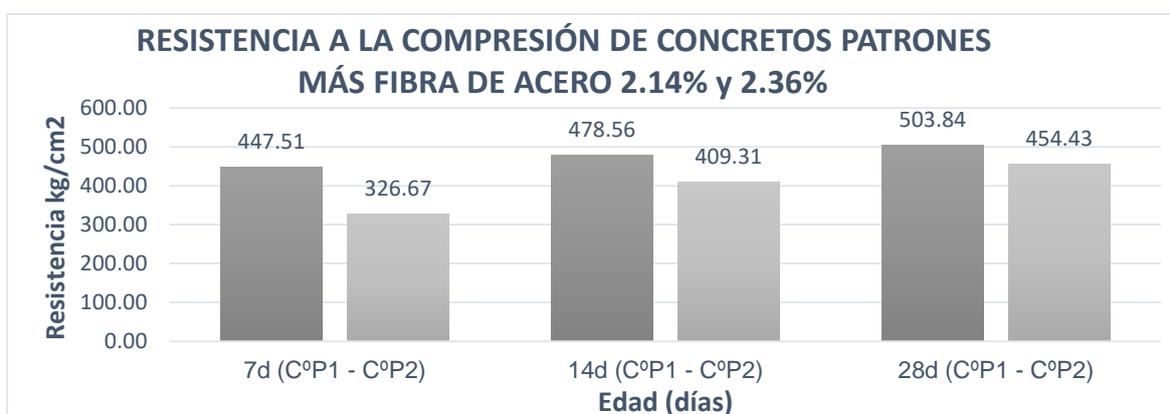
De acuerdo a los porcentajes adquiridos según la tabla 23 y la figura 27, verificamos que se cumplió con los diseños realizados, pero cabe mencionar que, la fibra de acero z, funciona, trabaja para un concreto autocompactante, pero demuestra que no garantiza aumento significativo de resistencia a la compresión.

Tabla 24. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 2.14% y 2.36%

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P1 = 2.14% Y C ^o P2 = 2.36%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C ^o P1 - C ^o P2)	14d (C ^o P1 - C ^o P2)	28d (C ^o P1 - C ^o P2)
	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
Concreto P1 + FIBRA DE A ^o (450 kg/cm2)	447.51	478.56	503.84
Concreto P2 + FIBRA DE A ^o (400 kg/cm2)	326.67	409.31	454.43

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 2.14% y 2.36%



Fuente: Elaboración propia.

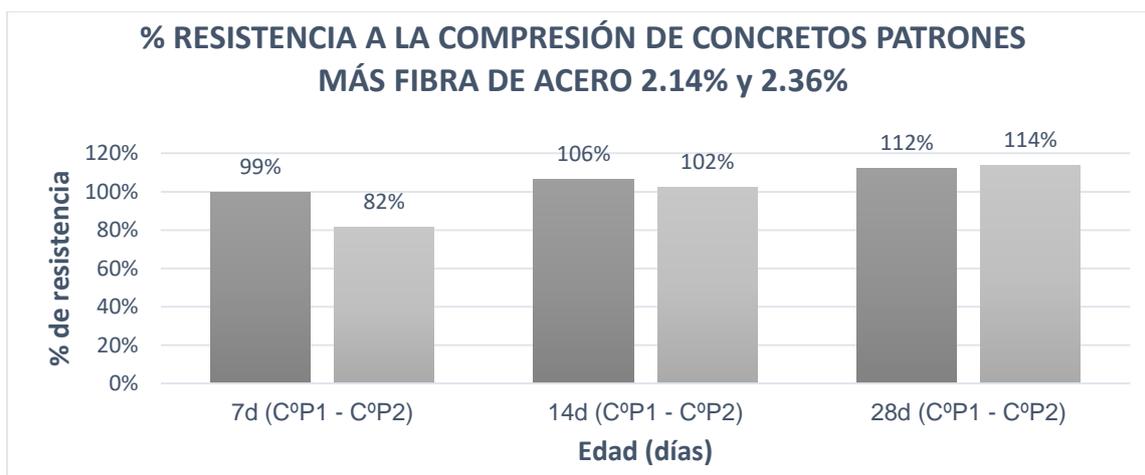
Si analizamos los datos en cuanto a la resistencia a la compresión, de acuerdo a la tabla 24 y en la figura 28, en este caso al CAC, partiendo de los concretos patrones, más fibra de acero, pero con diferentes porcentajes a las tablas anteriores, podemos apreciar que ambos diseños cumplen a los 14 días de edad, pero tampoco hay un aumento grande o mayor a los concretos patrones, sin embargo, cumple con los diseños.

Tabla 25. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 2.14% y 2.36%.

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P1 = 2.14% Y C ^o P2 = 2.36%)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C ^o P1 - C ^o P2)	14d (C ^o P1 - C ^o P2)	28d (C ^o P1 - C ^o P2)
	%	%	%
Concreto P1 + FIBRA DE A ^o (450 kg/cm2)	99%	106%	112%
Concreto P2 + FIBRA DE A ^o (400 kg/cm2)	82%	102%	114%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. % Resistencia a la compresión de concretos patrones 2.14% y 2.36%



Fuente: Elaboración propia.

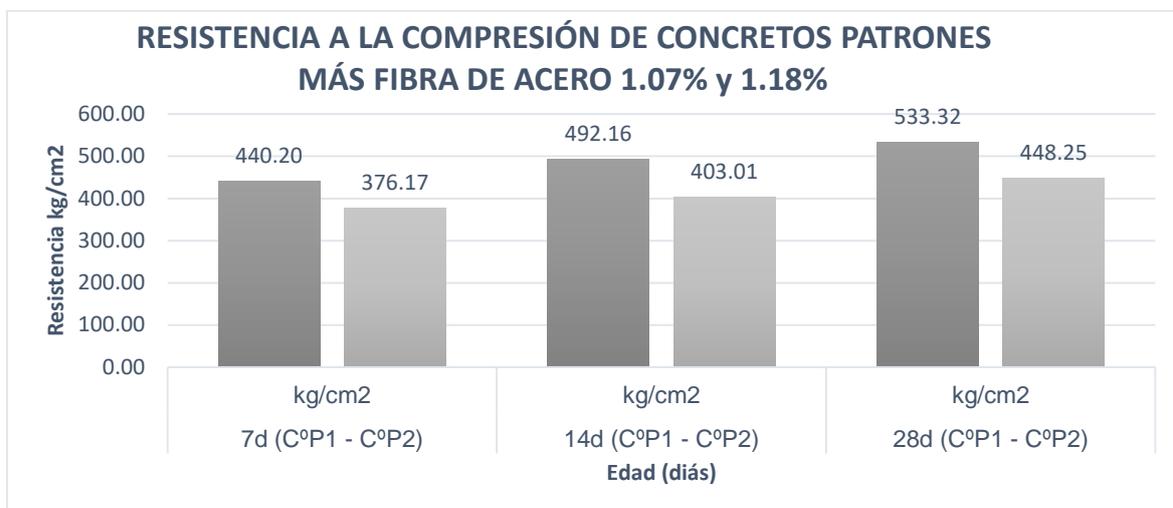
De acuerdo a los resultados en porcentajes para el CAC con fibra de acero 2.14% para el C^oP₁ y 2.36% para el C^oP₂. Obtuvimos o se consiguió más del 100% en 14 días, resaltando que cumplimos con los diseños planteados, pero al igual que en los otros resultados la fibra de acero no aporta tanta resistencia.

Tabla 26. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 1.18% y 1.07%.

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C ^o P ₁ = 1.07% Y C ^o P ₂ = 1.18%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C ^o P ₁ - C ^o P ₂)	14d (C ^o P ₁ - C ^o P ₂)	28d (C ^o P ₁ - C ^o P ₂)
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
Concreto P1 + FIBRA DE A ^o (450 kg/cm ²)	440.20	492.16	533.32
Concreto P2 + FIBRA DE A ^o (400 kg/cm ²)	376.17	403.01	448.25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 1.07% y 1.18%



Fuente: Elaboración propia.

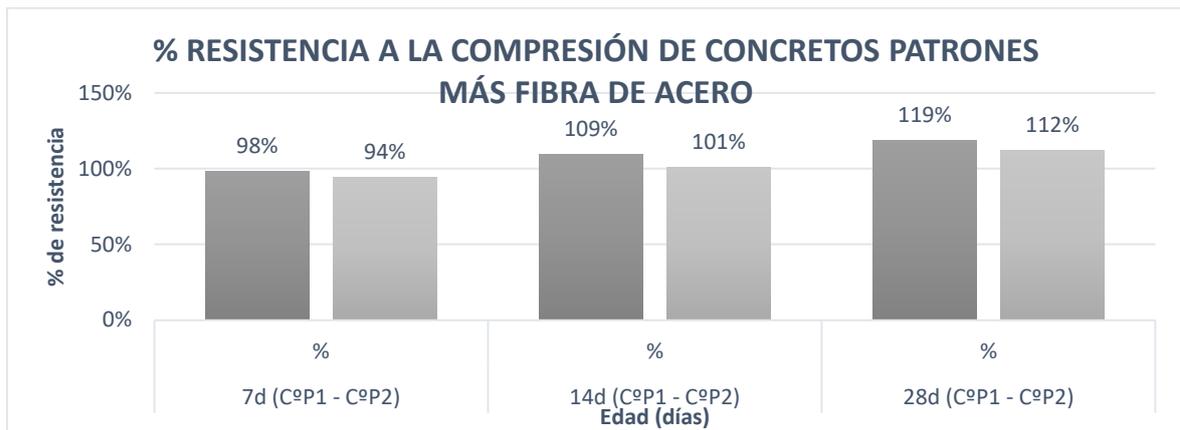
Por últimos resultados en cuanto a la resistencia a la compresión, según la tabla 26 y la figura 30 tenemos datos finales y confiables que también cumplen con los diseños, con un ligero aumento en la misma, de igual modo en las tres edades distintas (7, 14 y 28 días) que se hizo o realizó dicho ensayo.

Tabla 27. % Resistencia a la compresión de concretos patrones más fibra de A^o con porcentajes 1.07% y 1.18%.

MEZCLA + FIBRA DE ACERO (C°P1 = 1.07% Y C°P2 = 1.18%)	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS PATRONES MAS FIBRA DE ACERO		
	7d (C° P1 - C° P2)	14d (C° P1 - C° P2)	28d (C° P1 - C° P2)
	%	%	%
Concreto P1 + fibra de A ^o (450 kg/cm ²)	98%	109%	119%
Concreto P2 + fibra de A ^o (400 kg/cm ²)	94%	101%	112%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Resistencia a la compresión de concretos patrones 1.07% y 1.18%



Fuente: Elaboración propia.

Por últimos resultados en cuanto a la resistencia a la compresión en porcentajes, según datos plasmados en la tabla 27 y la figura 31 visualizamos y plasmamos datos que también cumplen tan solo a los 14 días con el diseño planteado, del mismo modo que a los otros porcentajes, con un ligero aumento en las tres edades distintas (7, 14 y 28 días) que se realizó dicho ensayo.

4.1.3.2. Resistividad eléctrica del concreto. (UNE 83988-2:2014)

Ensayo que se fundamentó prácticamente en encontrar de una forma sencilla y no destructiva de saber qué tan resistente a la compresión y a la corrosión podría llegar a ser el CAC. Resaltando que es un indicador de su durabilidad, a mayor resistividad, asegura que menor es la porosidad, por lo tanto, mayor resistencia.

Figura 32. Resultados de resistividad eléctrica del CAC



Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó este equipo probador de resistividad del concreto R62 también se llama probador de potencial (analizador de corrosión) conseguimos los datos reales y confiables que a continuación evidenciamos en las tablas.

Tabla 28. Estándar de referencia para resistividad eléctrica del concreto

N° de serie	Resistividad		Posibilidad de corrosión
1	0 - 5	$\leq 5 \text{ k}\Omega\text{cm}$	Muy alto
2	5 - 10	5 - 10 $\text{k}\Omega\text{cm}$	Alto
3	10 - 20	10 - 20 $\text{k}\Omega\text{cm}$	Moderado /baja
4	20 - 199.99	20 - 199.9 $\text{k}\Omega\text{cm}$	Baja
5	200 - 1000	$> 200 \text{ k}\Omega\text{cm}$	Muy baja

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 28 nos dan dio datos referenciales estipulados para medir la posibilidad de la corrosión en el concreto, para poder evaluar nuestros resultados obtenidos del laboratorio.

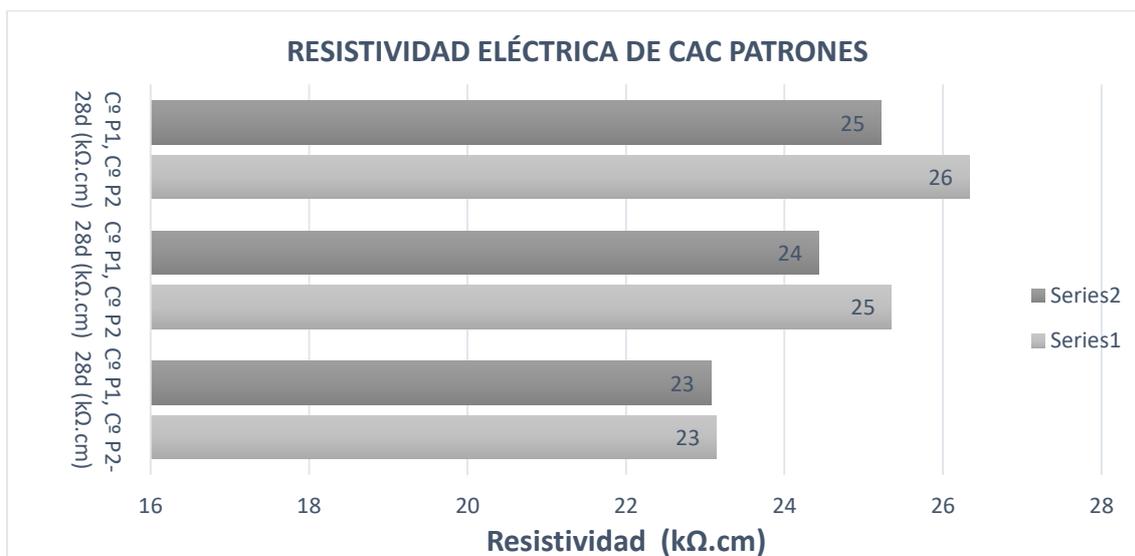
Tabla 29. Resistividad eléctrica de CAC patrones

MEZCLA	RESISTIVIDAD DE CONCRETOS PATRONES		
	C° P1, C° P2-28d ($\text{k}\Omega\text{.cm}$)	C° P1, C° P2-28d ($\text{k}\Omega\text{.cm}$)	C° P1, C° P2-28d ($\text{k}\Omega\text{.cm}$)
Concreto Patrón 1 (450 kg/cm²)	23	25	26
Concreto Patrón 2 (400 kg/cm²)	23	24	25

Fuente: Elaboración propia.

Como se verificó en la tabla 29, según los resultados para medir el nivel o la posibilidad de la corrosión en el CAC, pues muestra que es baja ya que se encuentra en el rango de 20 a 199.9 $\text{k}\Omega\text{cm}$.

Figura 33. Resultados de resistividad electrica de CAC patrones



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo en la figura 33, presentada con barras (3 probetas para CAC patrón) evidenciamos datos que nos aseguró que dicho CAC no está tan propenso a la corrosión, ya que mientras mayor sea la resistividad arrojada, menor es la presencia de poros en el concreto, mostrando más durabilidad y mayor resistencia.

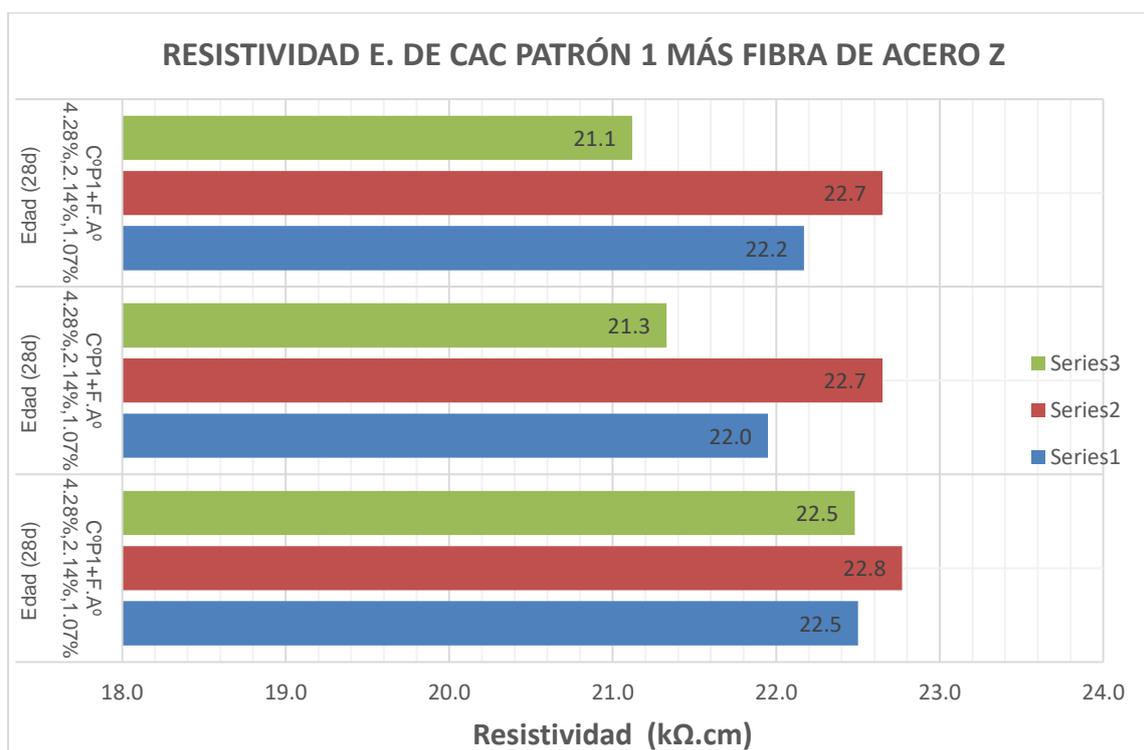
Tabla 30. Resistividad eléctrica de CAC patrón 1 más fibra de acero z

CONCRETP PATRÓ 1 (450kg/cm2) + % FIBRA DE ACERO	RESISTIVIDAD DE CONCRETOS PATRON 1 MÁS FIBRA DE ACERO		
	Edad (28d)	Edad (28d)	Edad (28d)
	CºP1+F.Aº	CºP1+F.Aº	CºP1+F.Aº
	4.28%,2.14%,1.07%	4.28%,2.14%,1.07%	4.28%,2.14%,1.07%
Cº P1 + F. Aº. 4.71%	22.5	22.0	22.2
Cº P1 + F. Aº. 2.36%	22.8	22.7	22.7
Cº P1 + F. Aº. 1.18%	22.5	21.3	21.1

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 30 presentó resultados para un concreto autocompactante con adición de fibra de acero con tres distintos porcentajes, pero cabe resaltar que, según datos plasmados o resultados finales, se encuentran o están entre los valores de 20 a 199.9 kΩcm. Por lo tanto, se puede confirmar que dicho CACFA tiene una baja posibilidad de corrosión.

Figura 34. Resultados de resistividad electrica de CAC patron 1 más fibra de A⁰



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo en la figura 34, presentada con barras (3 probetas para CAC con su respectivo % de acero) evidencia datos que nos aseguró que dicho CAC más fibra de acero, tuvo una baja posibilidad a la corrosión, ya que los resultados están por encima de 20 kΩcm de resistividad.

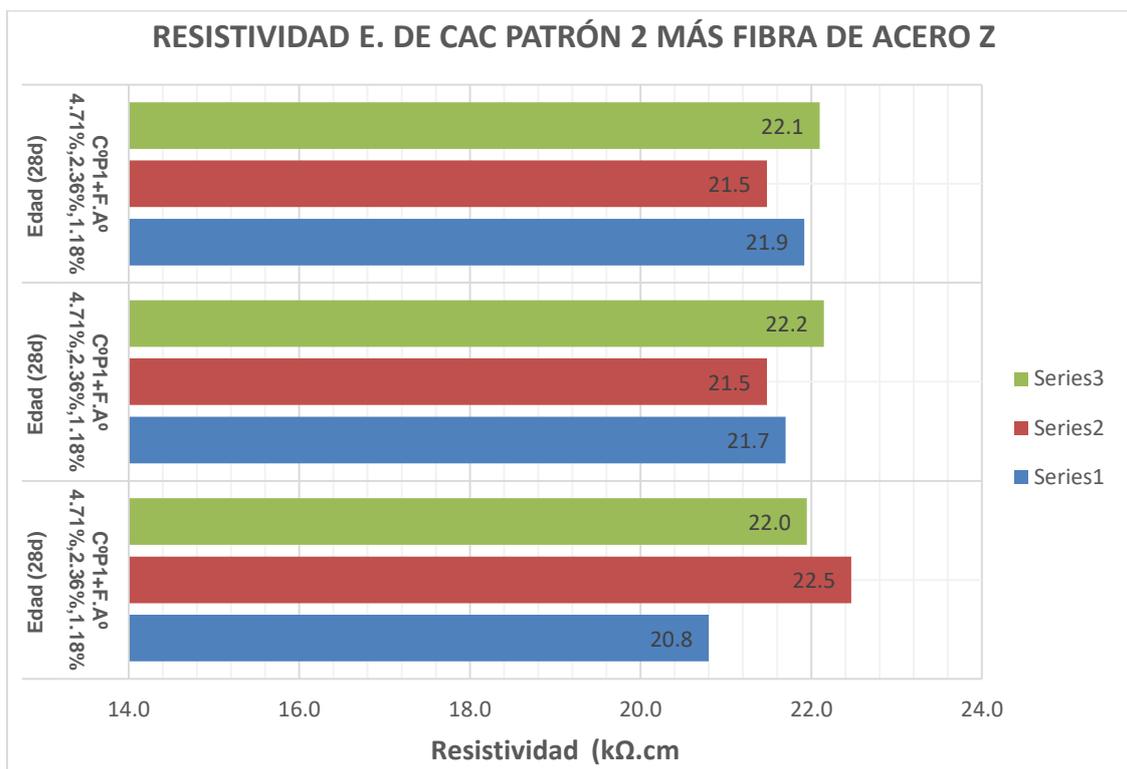
Tabla 31. Resistividad eléctrica de CAC patrón 2 más fibra de acero z

CONCRETP PATRÓ 2 (400kg/cm2) + % FIBRA DE ACERO	RESISTIVIDAD DE CONCRETOS PATRON 2 MÁS FIBRA DE ACERO		
	Edad (28d)	Edad (28d)	Edad (28d)
	C ^o P1+F.A ^o 4.71%,2.36%,1.18%	C ^o P1+F.A ^o 4.71%,2.36%,1.18%	C ^o P1+F.A ^o 4.71%,2.36%,1.18%
C ^o P2 + F. A ^o . 4.71%	20.8	21.7	21.9
C ^o P2 + F. A ^o . 2.36%	22.5	21.5	21.5
C ^o P2 + F. A ^o . 1.18%	22.0	22.2	22.1

Fuente: Elaboración propia.

En este caso en la tabla 31 también presenta resultados buenos, para un concreto autocompactante patrón uno más fibra de acero con tres porcentajes, resaltando que, según datos también mostraron una baja posibilidad de corrosión al igual que en los casos anteriores ya que todos los resultados están entre 20 a 199.9 kΩcm.

Figura 35. Resultados de resistividad electrica de CAC patron 2 más fibra de A⁰



Fuente: Elaboración propia.

En la presente figura 35, representada con barras (3 probetas para CAC con su respectivo % de acero z) se plasmó datos en la cual dicho CAC más fibra de acero z, también tuvo una baja posibilidad a la corrosión, ya que los resultados están encima de 20 kΩcm de resistividad a la corrosión.

4.1.3.3. Contrastación de Hipótesis.

Prueba de hipótesis

Si mejoramos las características del concreto convencional con respecto a su trabajabilidad, consistencia, durabilidad, partiendo de un CAC más fibra de acero, entonces, obtendremos dichas ventajas que, se podrá utilizar en estructuras altamente armadas, también conseguir la forma del diseño arquitectónico que tenga dicha estructura, eliminando el proceso de vibración o compactación y mayor resistencia a la compresión.

Tabla 32. Comparación de resistencias a la compresión de concretos kg/cm²

RESITENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO KG/CM2 DE CONCRETO (CAC) (NORMAS NTP 339.034 y ASTM C39)			
Edad (días)	Ensayo	Resistencia kg/cm ² CAC (C ^o P1)	Resistencia kg/cm ² CAC (C ^o P1) + Fibra de Acero
28	1	516.15	528.81
28	2	524.78	527.00

Fuente: Elaboración propia.

a. Formulación de Hipótesis.

$$H_0: \mu_{CPA} - \mu_{CAC+FA^o} = 0$$

La hipótesis nula (H_0) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante, es igual a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero.

$$H_1: \mu_{CPA} - \mu_{CPAC+FA^o} < 0$$

La hipótesis alterna (H_1) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante con fibra de acero, es mayor a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante.

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alterna

μ_{CPA} : $F'c = 450$ kg/cm² del concreto patrón autocompactante

$\mu_{CPAC + FA^o}$: $F'c = 450$ kg/cm² del concreto patrón autocompactante más fibra de acero

Una vez que se obtuvo el valor de $t = -1.678$ (ver cálculos detallados en anexo 7)

b. Decisión

$t = -1.678 \in$ a la región crítica, entonces decimos que, prácticamente rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

confirmamos que a un 95% de confianza se estima que la Resistencia a la Compresión para un $F'c = 450$ kg/cm² del Concreto Autocompactante más fibra de acero, es mayor a la Resistencia a la Compresión para $F'c = 450$ kg/cm² del Concreto autocompactante sin fibra de acero.

Resultados del programa spss:

Ahora en este programa se verificó la diferencia entre los dos grupos de concreto, (CAC, CACFA) el grado de significancia.

- Formulación de Hipótesis.

$$H_0: \mu_{CPA} - \mu_{CAC+FA^0} = 0$$

La hipótesis nula (H_0) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante, no hay diferencia significativa entre la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero.

$$H_1: \mu_{CPA} - \mu_{CPAC+FA^0} < 0$$

La hipótesis alterna (H_1) confirma que, entre la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero, hay diferencia significativa a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante sin fibra de acero.

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alterna

μ_{CPA} : $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante

$\mu_{CPAC + FA^0}$: $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante más fibra de acero

Entonces, apoyándonos en el programa spss nos arrojó datos de chi-cuadrado = 0.058 y un valor de $p = 0.809$; concluyendo que entre ambos concretos evaluados, según datos obtenidos, no hay diferencia significativa, porque $p \geq 0.05$.

Porque sabemos que cuando:

- ✓ $P < 0.05$ existe diferencia significativa
- ✓ $p \geq 0.05$ no existe diferencia significativa.

verificar cálculos y desarrollo en anexos 7

V. DISCUSIÓN:

- 1) Como punto número uno se ejecutaron los ensayos requeridos de los agregados, para analizar y evaluar todas las características y sobre todo sus propiedades de los mismos, considerando como normas base la NTP y ASTM verificando que dichos agregados reúnan todas las condiciones necesarias. Por lo que, según los resultados arrojados en el laboratorio, mencionados agregados fueron ideales para ser partícipes de dicho informe de investigación. Del mismo modo se pudo evaluar el aditivo PER SUPLAST 499D que se clasifica según la norma ASTM-C-494 Tipo D y G, un aditivo superplastificante de tercera generación, que si bien es cierto fue fundamental para el diseño de Concreto Autocompactante. Tal como lo mencionan los antecedentes de tesis de Diana y Alexander tesisistas de la Universidad Señor de Sipán, del mismo modo en los antecedentes partiendo de la tesis de Iván Huamaní, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, de Ayacucho, del mismo modo como hace mención en el antecedente de la tesis de Bustamante Tirado, de la Universidad Nacional de Cajamarca, también pone como punto clave la utilización de un aditivo superplastificante, tomando como puntos de referencia y/o recomendación, garantizando características del concreto autocompactante como: Trabajabilidad, fluidez del concreto. Partiendo de esa idea o aporte de los tesisistas ya antes mencionados, se optó con una alternativa de utilizar el aditivo Per Suplast 499D, aditivo también superplastificante con solución acuosa de policarboxilato modificado, aditivo de tercera generación para concretos de alto desempeño, según su ficha técnica. Mostrando muy buenos resultados para el diseño de un CAC, concluyendo que es vital la utilización de dichos aditivos, en especial superplastificantes.
- 2) En cuanto a los porcentajes de aditivo superplastificante para la elaboración y obtención de un concreto autocompactante, según los antecedentes, armados de la tesis Bustamante Tirado, en año 2018, titulada “Análisis de las Propiedades mecánicas del Concreto Autocompactante, Usando Aditivo Superplastificante Glenium C313” de la Universidad Nacional de Cajamarca. Afirma que con ciertos porcentajes de aditivos como, 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% siendo ideales y óptimos para su investigación, entonces se tomó, solo como

un punto de partida el porcentaje de 1.5%, la cual, en este informe de investigación, reflejaron solo datos negativos y fuera de los parámetros de las que las normas exigen. Por lo que se tuvo que realizar o ajustar a otros porcentajes para los concretos patrones: CP₁ (con una resistencia de 450 kg/cm², se trabajó con un porcentaje de 1.80% de aditivo superplastificante, para el CP₂ con una resistencia de 400 kg/cm², se trabajó con un porcentaje de 1.85%. Entonces se puede discutir y a la vez afirmar que no todos los datos que están plasmados en ciertas investigaciones, son ideales u óptimos, mucho tiene que ver el tipo de agregados que utilices, el producto (aditivo) que utilices, en este caso según el antecedente del tesista Bustamante, trabajó con un aditivo superplastificante llamado Glenium C 313, y en este proyecto se utilizó el aditivo superplastificante Per Suplast 499D, que si bien es cierto no son iguales al 100% según sus características, un punto más, en cuanto a su trabajo afirma que mientras más aditivo utilice (Glenium C 313) , más baja su resistencia a la compresión, a lo que en este proyecto se puede rescatar que mientras más aditivo utilice (Per Suplast 499D) no hay problema con la resistencia a la compresión, sin embargo demostró una ventaja más que, en cantidades de porcentaje mayores a las de los concretos patrones, que se utilizaron para obtener resultados positivos, pero ya con la adición de Fibra de acero z, partiendo de los concretos patrones, es decir: Para el concreto patrón uno, de 1.80% se incrementó a 1.90% y, para el concreto patrón dos de 1.85%, se incrementó a 1.95% de aditivo, rescatando y demostrando que a esos porcentajes de aditivo mantuvo sus características hasta 2.5 horas, cumpliendo con los ensayos que se realizaron de dicho concreto en estado fresco.

- 3) En cuanto a los ensayos del concreto autocompactante en estado fresco, partiendo de los concretos patrones con la adición de fibra de acero z, se pudo discutir según el antecedente adquirido del tesista Sanchez Perez de la ciudad de Madrid en su tesis titulada “Estudio Reológico Experimental de un Hormigón Autocompactante Reforzado con fibras de Acero”, se propuso investigar y evaluar ciertas características del hormigón, mediante los ensayos de Slump Flow, caja L, embudo V y con el J-Ring o anillo J, basado en la norma EHE-08, teniendo los siguientes resultados: para el Slump Flow

adquirió un diámetro final (df) de 700 mm, (T50) con un tiempo real de 6.37 segundos (s), resaltando que los dos valores cumplen los requisitos de la norma EHE-08 (df: 550-850 mm y T50: ≤ 8 s); para el anillo J adquirieron o lograron obtener un df de 695 mm, mayor a lo que recomienda la norma EHE-08 (df ≥ 50 mm) y T50 de 2.63 s; en cuanto a la caja en L con una capacidad de paso de 0.77, descubriendo y llegando a concluir que, este valor se mantienen dentro de lo que recomienda la norma (0.75-1.00); para culminar los datos de la prueba del embudo en V se adquirió un tiempo de paso de 4.56 s. Total que, en cuanto a los resultados se llegó a confirmar que la adición de fibra reduce las características del CAC, pero, este cumple con los parámetros de la norma EHE-08 entonces al concreto se le puede llamar o nombrar como autocompactante. De tal modo que en mi caso puedo afirmar y aclarar que hay una mínima diferencia entre las normativas con las que se pudo trabajar o utilizar, me refiero a los parámetros que exigen las mismas. En el caso del ensayo de escurrimiento o S.F. La normativa EHE-08 recomienda que, (df: 550-850 mm y T50: ≤ 8 s)

Mientras que la normativa ASTM C1611 recomienda (df: 450-800 mm y T50: ≤ 8 s), para el ensayo de la caja L la norma EHE-08 recomienda para la relación de H2/H1 (0.75-1.00); Mientras que la normativa *ACI 237R* recomienda H2/H1 (0.80-1.00); en este caso si hubiese obtenido el resultado de 0.77 en mi proyecto según la normativa, quedaría fuera del parámetro establecido, pero no es el caso. Resaltando que mucho depende del porcentaje de fibra que le adicionemos a dicho concreto. En este informe se trabajó con 3 porcentajes diferentes, partiendo de los concretos patones.

- Para el concreto patrón 1, se trabajó con porcentajes: 4.28%, 2.14% y 1.07% en relación al cemento.
- Para el concreto patrón 2, se trabajó con porcentajes: 4.71%, 2.36% y 1.18% en relación al cemento.

Afirmando que, para ambos concretos patrones, los primeros porcentajes (4.28 y 4.71) cumplen con los parámetros de los ensayos que *no* tengan que ver con el tema de capacidad de paso o relleno (S.F y T50) mientras que, para los otros ensayos, dicho porcentaje no es óptimo. Para los segundos porcentajes (2.14% y 2.36) pasan todos los ensayos, al igual que con los

porcentajes anteriores, para los ensayos S.F y T50 sin problema y para la Caja L, el embudo V y el anillo J pasan, pero al límite, por lo cual tampoco son tan recomendables, o mucho dependerá al tipo de estructura que quiera utilizar dicho diseño. Todo lo contrario con los dos últimos porcentajes (1.07% y 1.18%) y para ambos diseños de concreto, tanto para el concreto patrón uno (450kg/cm²) y para el concreto patrón dos (400kg/cm²) cumplen con todos los parámetros establecidos por las normativas, sin problema alguno, por lo que se rescata, que la fibra de acero Z, a mayor porcentaje, más complicado es que cumplan con ciertos ensayos, que tienen que evaluar la capacidad de paso y de relleno.

- 4) Y por último en lo que respecta al ensayo de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, comprometido con la N.T.P. 339.034:2015 se pudo verificar que se llegó al 100% en algunos casos a los 7 días de edad y en la mayoría a los 14 días de edad, tanto para los dos diseños realizados, con y sin fibra de acero z. Resaltando que la fibra de acero z, aporta sólo una ligera resistencia a la compresión. Y según su ficha técnica, la mencionada fibra produce alta resistencia a la flexión, a la torsión, resistencia al corte entre otras, pero muy poco aporte a la compresión.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Partiendo de resultados de los ensayos una vez elaborados en el laboratorio, se evaluó sus propiedades tanto mecánicas, como físicas, y se concluyó que los materiales de las canteras: A.F. o arena (Cantera Pátapo - La Victoria) y el A.G. o piedra (cantera Pacherras) cumplen con las especificaciones técnicas y recomendadas por la NTP y ASTM que, si bien es cierto, son la base para dicha evaluación, considerándolos óptimos para dicho diseño de Concreto Autocompactante.
- 2) Se determinó que la mezcla diseñada, fue optima gracias a la utilización de un aditivo superplastificante llamado Per Suplast 499D, con porcentajes de 1.80% y 1.85% para concretos patrones, dándole buena calidad a la mezcla, y reuniendo todas las características requeridas por las normativas, resaltando que para la adición de la fibra de acero z 80/60, se le aumentó de 1.80% a 1.90% y de 1.85% a 1.95% de aditivo. Demostrando que dicho CAC tiene un muy buen comportamiento, demostrando que se puede compactar por su propio peso.
- 3) Se pudo comprobar que, el Concreto Autocompactante mediante ensayos, cumplió con todas las características requeridas por ciertas normativas que exigen ciertos parámetros, pero resaltando que, a mayor porcentaje de fibra de acero z, se pudo obtener resultados negativos en algunos de los ensayos del Concreto Autocompactante en estado fresco, principalmente con los ensayos que están comprometidos en evaluar la capacidad de paso y relleno. Como el ensayo de la Caja L, el anillo J, Y el embudo V. Mientras que en los otros ensayos no existe problema alguno.
- 4) En cuanto a los ensayos para evaluar la resistencia a la compresión dicho concreto autocompactante, se concluye que, según los resultados, llegó o pasó sin problema alguno a los diseños propuestos, tanto con o sin fibra de acero z, sin embargo, resaltar que con la fibra de acero z, no hay más que sólo un ligero aumento a dicha resistencia, quedando descartada, que para obtener mayor resistencia a la compresión con la dicha fibra no es muy recomendable. Y en cuanto a la posibilidad de corrosión dicho concreto es baja.

VII. RECOMENDACIONES

- Que en primer lugar se tome muy en cuenta el Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso a utilizar, recomendado de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " como máximo, como también a la hora de diseñar el contenido o cantidad del mismo no sea muy elevado, para que de alguna manera te garantice el cumplimiento de los ensayos que se considere para evaluar dicho CAC, Apuntando también a la calidad o requisitos del mismo que debe cumplir con ciertas normativas, y sólo en el laboratorio puedes descartar ciertas dudas, al igual que para al agregado fino.
- Encontrar el punto exacto o el equilibrio entre el agua y el porcentaje de aditivo que se le adicione, ya que sin este cuidado puede que la mezcla te presente segregación, exudación o cualquier inconveniente que no cumpla con las características requeridas.
- ES necesario que, a la hora de estar en el laboratorio, ya ejecutando el diseño del Concreto Autcompactante, trabajarlo en un laxo de 7 a 10 minutos (recomendable) en este caso es lo que especifica la ficha técnica del aditivo que se utilizó (Per Suplast 499D) o ser cuidadoso de acuerdo a que producto utilice, ya que es ahí, durante este tiempo el aditivo llega a su máxima reacción y ver las características finales que presenta la mezcla.
- Tener en consideración que, en cuanto a la resistencia a la compresión, la fibra de acero no garantiza una resistencia significativa en el concreto autcompactante, por otro lado, resaltar que a mayor porcentaje disminuye ciertas características en la mezcla, especialmente en estado fresco, tener en cuenta también para que tipo de estructura necesitas diseñar. Por lo contrario, podrías tener ciertas desventajas.

REFERENCIAS

ACI 237R - 07. 2014. American Concrete Institute (ACI). Self-Compacting Concrete. ACI 237R-07. United States of América. ISBN: 0 - 87031 - 244 - 8. 2014.

ADITIVOS ESPECIALES . 2007. PER SUPLAST 499D. Villa Maria del Triunfo, Lima : Aditivos Especiales, 12 de Octubre de 2007.

ALVA, Melissa y SEVILLANO, Antonio. 2020. Obtención de un Concreto Autocompactante, Empleando Arcilla como adición de finos, Extraídas de la Cantera Las Tres Cruces, Porto, La Libertad-Trujillo 2020 [en línea]. Tesis (Título de ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Trujillo: s.n., 2020.

ALVARES, Viera. 2018. Ética e investigación. [En línea] 21 de Febrero de 2018. [Citado el: 10 de Junio de 2021.] <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/434>.

Andarade, C, D. Andrea. 2011. La resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad. Mayo de 2011, Vol. Volumen 1, número 2, pág. 8.

ANDRADE, Carmen. 2020. Recomendación sobre la medida de la resistividad eléctrica en probetas de hormigón. [En línea] 2020. [Citado el: 10 de Noviembre de 2021.] <https://doi.org/10.21041/AlconpatInternacional/RecTec/2020-04-resistividadenprobetas>.

AQUINO, Hebert. 2018. "Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², $f'c=315$ kg/cm² en puno 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Puno : s.n., 2018.

ARGOS. 2018. Colombia.argos.com. Colombia.argos.com. [En línea] 2018. [Citado el: 10 de Mayo de 2021.] <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-autocompactante-origen-ventajas-y-aplicaciones>.

ASTM C1611. SLUMP FLOW - Ecurrimiento, asentamiento.

BUSTAMANTE, Tirado. 2018. Análisis de las Propiedades mecánicas del Concreto Autocompactante, Usando Aditivo Superplastificante Glenium C313. Cajamarca : s.n., 2018.

CHANTA, Dany y ZUTA, Cesar. 2020. Influencia de Aditivos basados en Policarboxilato en las Propiedades del Concreto Autocompactante-Lima 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Lima: Universidad Ricardo Palma. Lima: s.n., 2020.

DE LOS RÍOS, A. y TOLMOS, F. 2016. "Optimización en el Sistema Constructivo para Elementos Verticales en Edificaciones Empleando el Sistema de Vaciado por Inyección desde la Parte Inferior con Concreto Autocompactante". Lima: s.n., 2016.

EL PERUANO. 2021. Sector construcción se Recupera y Prevén avance Significativo el 2021. elperuano.pe. [En línea] 8 de Junio de 2021. [Citado el: 20 de Mayo de 2021.] <https://elperuano.pe/noticia/112626-sector-construccion-se-recupera-y-preven-avance-significativo-el-2021>.

HABIBI Y GHOMASHI. 2018. Diseño de mezcla óptimo para Hormigón Autocompactante (SCC) basado en estudios Experimentales. Sanandaj : s.n., 23 de Febrero de 2018.

HERNANDEZ, Roberto. 2014. Metodología de la Investigación. [aut. libro] Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la Investigación. s.l. : Sexta edición, 2014.

HUAMANÍ, Ivan. 2018. "Concreto Autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho". Ayacucho : s.n., 2018.

JINDAL, R., Y KUMAR. 2020. Estudio de comportamiento de hormigón autocompactante con microfibras de wollastonita como parte de reemplazo de arena para hormigón de calidad de pavimento (PQC). Mahendragarh : s.n., 2020.

LEON, Ricardo. 2020. Uso de los Concretos Autocompactantes para la mejora de la Capacidad de Proceso de la Colocación de concreto en elementos verticales de Edificaciones-Lima 2020 [en línea]. Tesis (Título Ingeniero Civil). Lima: Universidad tecnológica del Perú, 2020. Lima: s.n., 2020.

LOZANO, Tanit. 2020. Comportamiento mecánico de un concreto de alta resistencia y un concreto autocompactante - Lima 2020 [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020 [fecha de consulta: 15 de mayo 2021]. Lima: s.n., 2020.

MEGO, Juan y MEZA, Kevin. 2018. Influencia de la Ceniza de caña, Aditivo Superplastificante y Tiempo de Curado sobre la Compresión, Rigidez Capacidad de Llenado - Paso y Fluidez de un Concreto Autocompactante- Trujillo 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo. Trujillo: s.n., 2018.

N.TP. 339.034. 2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 2015.

PALOMINO, Román. 2017. Estudio Comarativo en la Autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactate con la Adición de Aditivo Superplastificante Frente al Concreto Convencional. ABANCAY : s.n., 2017.

RABANAL, Diana y SU, Alexander. 2017. Diseño de un concreto Autocompactable. Pimentel : s.n., Abril de 2017.

RÍOS, A. y TOLMOS, F. 2016. "Optimización en el Sistema Constructivo para Elementos VEerticales en Edificaciones Empleando el Sistema de Vaciado por Inyección desd la Parte Inferior con Concreto Autocompactante". Lima : s.n., 2016.

RIQUETT, Alonso. 2018. Concretos de alto desempeño: Métodos y su implementación [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Sinaloa]. 2018.

RODRÍGUEZ, Brando. 2019. Influencia de los Superplastificantes tipo f sobre sus propiedades Físicas y Mecánicas de un Concreto Autocompactante-Trujillo 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Trujillo: Universidad Privada del Norte. Trujillo: s.n., 2019.

SANCHEZ, Perez. 2019. Estudio Reológico Experimental de un Hormigón Autocompactante Reforzado con fibras de Acero. Madrid : s.n., 2019.

TEIXERA, S., SANTILLI, A., y PUENTE, I. 2016. Optimización del tiempo de desencofrado en piezas verticales de Hormigón Autocmopactante. Uruguay : s.n., 2016.

TOXEMEN. 2017. Concreto Autocompactante. WWW.TOXEMENT.COM.CO. [En línea] 2017. [Citado el: 10 de Mayo de 2021.] https://www.toxement.com.co/media/3373/concreto_autocompactante.pdf.

UNE-EN 12350-9. 2011. Ensayo de hormigó fresco. Hormigón Autocompactante. Ensayo del embudo V. España : s.n., 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables, Independiente y Dependiente

Tipo de variables	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente	Aditivo Superplastificante	(AQUINO, Hebert., 2018) Afirma que: El aditivo superplastificante, ha sido empleado para mejorar las propiedades en fresco del concreto. (ADITIVOS ESPECIALES , 2007) PER SUPLAST 499D. Es un aditivo superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos de alto desempeño.	Porcentaje indicado para la mezcla	Propiedades	Resistencia, Durabilidad y Fluidez	Ensayos
				Normatividad	ASTM-C-494	

Fuente: Elaboración propia

Variable Dependiente	Concreto Autocompactante	(ARGOS., 2018) Producto que ofrece fluidez y colocación que superan lo convencional. Sus características le permiten desplazarse de manera natural, minimizando la energía de vibrado.	Ensayo S.F. Y T50 Determina la fluidez. (ASTM C1611) Ensayo del embudo V (V – Funnel), en un tiempo determinado. (UNE-EN 12350-9, 2011)	Propiedades Físicas	Extensión de flujo. ➤ Capacidad de llenado	➤ Promedio de diámetro final (45 – 80 cm). ➤ Tiempo ≤ 8 s. (T50) ➤ Tiempo de descarga 4 – 20 s.
		(TOXEMEN, 2017) ¿Qué es el Concreto Autocompactante? Es un tipo de concreto que se compacta por su peso sin necesidad de vibración debido a su alta fluidez y cohesividad, lo cual le permite instalarse incluso en zonas de difícil acceso.	Se valora a través del ensayo de la caja L, el espaciamiento y cantidad de refuerzo se define del tamaño máximo del árido (ACI 237R - 07., 2014) Se evalúa mediante ensayos sobre probetas cilíndricas (N.TP. 339.034, 2015)	Propiedades Mecánicas	➤ Capacidad de paso. ➤ Se miden las alturas (h1 y h2 en cm) en los dos extremos. ➤ Resistencia a la compresión	➤ $0.8 \leq PL \leq 1.0$ cm ➤ Edad de 7 días. ➤ Edad de 14 días. ➤ Edad de 28 días.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Instrumentos y documentos para recolección de datos

Figura 1. Resultados Peso Específico y % de Absorción del A.F.



Prolongación Bolognesi Km. 3,5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS.
Proyecto : Tesis: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE MAS FIBRA DE ACERO EN LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : 29 de Agosto del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.434
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.555

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 2. Resultados Peso Específico y % de Absorción del A.G.

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
Proyecto : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO EN LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : 30 de agosto del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherres

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.711
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.474

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 **LEMS W&C** EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 3. Resultados de Peso Unitario y Contenido de Humedad del A.G.

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO EN LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 30 de Agosto del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada Cantera: Pacherras

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1363.46
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1355.86
Contenido de Humedad	(%)	0.56

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1513.34
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1504.90
Contenido de Humedad	(%)	0.56

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 4. Resultados del Peso Unitario y Contenido de Humedad del A.F.

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS.
 Proyecto : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 30 de Agosto del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

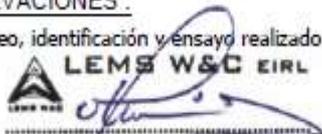
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pátapo - La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1593.62
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1577.51
Contenido de Humedad	(%)	1.02
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1790.25
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1772.15
Contenido de Humedad	(%)	1.02

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

ANEXO 4: Resultados de ensayos de concreto en estado fresco

Tabla 1. Resultados de ensayos de concretos patrones en estado fresco

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C° P2)									
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	60/40	1.80%	740 X 720	4	0.94	11	660 X 640
400 kg/cm ²	10	0.45	63/37	1.85%	650 X 640	5	0.89	13	610 X 590

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resultados de ensayos de concretos patrones en estado fresco más fibra de acero

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PATRTRIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 4.28% Y 4.71%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	4.28	60/40	1.90%	620 X 625	7	0.42	24	440 X 450
400 kg/cm ²	10	0.45	4.71	63/37	1.95%	610 X 625	7	0.40	25	430 X 440

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Resultados de ensayos de concretos patrones en estado fresco más fibra de acero

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PATRIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 2.14% Y 2.36%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	2.14	60/40	1.90%	640 X 625	6	0.83	14	580 X 605
400 kg/cm ²	10	0.45	2.36	63/37	1.95%	580 X 605	7	0.87	13	530 X 555

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados de ensayos de concretos patrones en estado fresco más fibra de acero

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN ESTADO FRESCO, A PATRIR DE CONCRETOS PATRONES (C° P1, C°P2) MÁS FIBRA DE ACERO 1.07% Y 1.18%										
F'c Diseño	Factor Cemento (bolsa)	R a/c	% Fibra de A° Z	% A/P	% Aditivo	S. F. D1XD2	T50 ≤ 8s	Caja L H2/H1	Embudo V 4 - 20 seg.	Anillo J
450 kg/cm ²	11	0.43	1.07	60/40	1.90%	625 X 635	5	0.90	12	600 X 615
400 kg/cm ²	10	0.45	1.18	63/37	1.95%	650 X 610	6	0.89	13	510 X 520

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: Resultados de ensayos de concreto en estado fresco

Figura 1. Resistencia a la compresión de CAC - C^o Patrón 1 en estado endurecido 7, 14 y 28 días



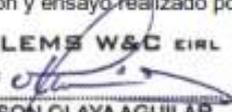
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : 22 de septiembre del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 450	450	22/09/2021	29/09/2021	7	81007.58	15.30	183.85	440.61
02	Testigo 2 - C.P 450	450	22/09/2021	29/09/2021	7	80251.96	15.20	181.46	442.26
03	Testigo 3 - C.P 450	450	22/09/2021	29/09/2021	7	81169.71	15.30	183.85	441.49
04	Testigo 4 - C.P 450	450	25/09/2021	09/10/2021	14	87756.08	15.20	181.46	483.62
05	Testigo 5 - C.P 450	450	25/09/2021	09/10/2021	14	88440.32	15.10	179.06	493.66
06	Testigo 6 - C.P 450	450	25/09/2021	09/10/2021	14	88106.91	15.10	179.06	492.01
07	Testigo 7 - C.P 450	450	23/06/2021	21/07/2021	28	94277.19	15.25	182.65	516.15
08	Testigo 8 - C.P 450	450	23/06/2021	21/07/2021	28	94600.44	15.15	180.27	524.78
09	Testigo 9 - C.P 450	450	23/06/2021	21/07/2021	28	94944.09	15.30	183.85	516.41

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 2. Resistencia a la compresión de CAC - C⁰ Patrón 2 en estado endurecido edad 7, 14 y 28 días.



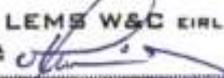
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 01 de octubre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 400	400	01/10/2021	06/10/2021	7	29655.36	10.10	80.12	372.64
02	Testigo 2 - C.P 400	400	01/10/2021	06/10/2021	7	30595.74	10.15	80.91	376.17
03	Testigo 3 - C.P 400	400	01/10/2021	06/10/2021	7	29935.95	10.06	79.72	375.54
04	Testigo 4 - C.P 400	400	01/10/2021	15/10/2021	14	32641.24	10.05	79.33	411.46
05	Testigo 5 - C.P 400	400	01/10/2021	15/10/2021	14	32602.49	10.10	80.12	406.93
06	Testigo 6 - C.P 400	400	01/10/2021	15/10/2021	14	32464.63	10.06	79.72	407.22
07	Testigo 7 - C.P 400	400	01/10/2021	29/10/2021	28	35724.67	10.06	79.72	448.12
08	Testigo 8 - C.P 400	400	01/10/2021	29/10/2021	28	36061.36	10.06	79.72	452.34
09	Testigo 9 - C.P 400	400	01/10/2021	29/10/2021	28	36212.30	10.13	80.52	449.76

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L

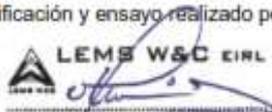
Figura 3. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A^o 4.71 % edad 7, 14 y 28 días.

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 03 de octubre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	10/10/2021	7	27493.69	10.06	79.72	344.67
02	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	10/10/2021	7	27333.99	10.15	80.91	337.61
03	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	10/10/2021	7	27439.65	10.10	80.12	342.49
04	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	17/10/2021	14	30274.47	10.06	79.72	379.75
05	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	17/10/2021	14	30466.17	10.15	80.91	376.53
06	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	17/10/2021	14	30496.61	10.06	79.33	364.47
07	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	31/10/2021	28	34660.15	10.06	79.72	437.27
08	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	31/10/2021	28	35172.16	10.13	80.52	436.64
09	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ^o (4.71%)	400	03/10/2021	31/10/2021	28	35669.16	10.10	80.12	445.46

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Figura 4. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A⁰ 2.36 % edad 7, 14 y 28 días.



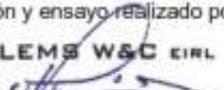
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 06 de octubre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034.2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	25930.46	10.10	80.12	323.65
02	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	26466.63	10.10	80.12	330.35
03	Testigo 3 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	26134.40	10.10	80.12	326.20
04	Testigo 4 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	32666.99	10.10	80.91	406.45
05	Testigo 5 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	33057.26	10.10	80.12	412.61
06	Testigo 6 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	32757.49	10.10	80.12	408.66
07	Testigo 7 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	36473.34	10.10	80.12	455.24
08	Testigo 8 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	36704.62	10.13	80.52	455.67
09	Testigo 9 - C.P 400 + F. A ⁰ (2.36%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	36567.55	10.10	80.91	452.16

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 5. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A⁰ 1.18 % edad 7, 14 y 28 días.



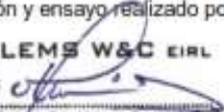
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyc.eirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 06 de octubre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	30091.94	10.13	80.52	373.74
02	Testigo 2 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	30461.06	10.10	80.12	380.20
03	Testigo 3 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	13/10/2021	7	30066.48	10.11	80.26	374.56
04	Testigo 4 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	32311.67	10.15	80.91	399.34
05	Testigo 5 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	32499.50	10.13	80.52	403.64
06	Testigo 6 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	20/10/2021	14	32531.11	10.10	80.12	406.04
07	Testigo 7 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	35801.35	10.15	80.91	442.46
08	Testigo 8 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	36282.85	10.13	80.52	450.76
09	Testigo 9 - C.P 400 + F. A ⁰ (1.18%)	400	06/10/2021	03/11/2021	28	36176.61	10.10	80.12	451.54

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 6. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A⁰ 4.28 % edad 7, 14 y 28 días.



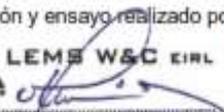
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 28 de septiembre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	28/09/2021	05/10/2021	7	76043.56	15.20	181.46	419.07
02	Testigo 2 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	28/09/2021	05/10/2021	7	76671.73	15.20	181.46	422.53
03	Testigo 3 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	28/09/2021	05/10/2021	7	76139.43	15.25	182.65	416.85
04	Testigo 4 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	39054.26	10.05	79.33	492.32
05	Testigo 5 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	39267.77	10.10	80.12	490.37
06	Testigo 6 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	39795.99	10.10	80.12	496.71
07	Testigo 7 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	42156.26	10.06	79.72	526.61
08	Testigo 8 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	42013.46	10.06	79.72	527.00
09	Testigo 9 - C.P 450 + F. A ⁰ (4.28%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	41778.95	10.05	79.33	526.67

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 7. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A⁰ 2.14 % edad 7, 14 y 28 días.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyc.eirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 26 de septiembre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	26/09/2021	03/10/2021	7	80240.75	15.10	179.06	448.06
02	Testigo 2 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	26/09/2021	03/10/2021	7	80043.94	15.15	180.27	444.03
03	Testigo 3 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	26/09/2021	03/10/2021	7	80061.69	15.10	179.06	450.43
04	Testigo 4 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	11/10/2021	14	39553.92	10.15	80.91	488.84
05	Testigo 5 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	11/10/2021	14	38371.04	10.10	80.12	478.93
06	Testigo 6 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	11/10/2021	14	37466.99	10.10	80.12	467.92
07	Testigo 7 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	25/10/2021	28	90630.67	15.15	180.27	502.76
08	Testigo 8 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	25/10/2021	28	89914.63	15.05	177.89	505.44
09	Testigo 9 - C.P 450 + F. A ⁰ (2.14%)	450	27/09/2021	25/10/2021	28	90134.07	15.10	179.06	503.32

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 8. Resistencia a la compresión de CAC más fibra de A⁰ 1.07 % edad 7, 14 y 28 días.



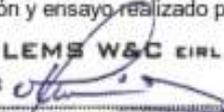
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES MAS FIBRA DE ACERO, EN LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : 29 de septiembre del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	06/10/2021	7	60197.92	15.20	161.46	441.96
02	Testigo 2 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	06/10/2021	7	60069.10	15.25	162.65	441.10
03	Testigo 3 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	06/10/2021	7	60445.71	15.30	163.65	437.55
04	Testigo 4 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	39705.66	10.06	79.72	496.05
05	Testigo 5 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	36734.06	10.13	80.52	461.06
06	Testigo 6 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	13/10/2021	14	39648.75	10.06	79.72	497.34
07	Testigo 7 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	94950.21	15.05	177.69	533.74
08	Testigo 8 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	95457.01	15.10	179.06	533.05
09	Testigo 9 - C.P 450 + F. A ⁰ (1.07%)	450	29/09/2021	27/10/2021	28	95161.29	15.06	176.49	533.16

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

ANEXO 6: RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO

Figura 1. Resistividad del hormigón de CAC en estado endurecido de concretos patrones edad 28 d.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20548885974
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
Proyecto / Obra : **TESIS:** "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCMOPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTE MÁS FIBRA DE ACERO, EN
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : 21 de octubre del 2021.
Ensayo : Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón.
 Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner)
Referencia : UNE 83988-2:2014

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	Testigo 1 - CONCRETO PATRÓN 1 (450)	450	23/09/2021	21/10/2021	28	20.05	23.14
2	Testigo 2 - CONCRETO PATRÓN 1 (450)	450	23/09/2021	21/10/2021	28	20.00	25.35
3	Testigo 3 - CONCRETO PATRÓN 1 (450)	450	23/09/2021	21/10/2021	28	20.00	26.33
1	Testigo 1 - CONCRETO PATRÓN 2 (400)	400	01/10/2021	29/10/2021	28	20.05	23.07
2	Testigo 2 - CONCRETO PATRÓN 2 (400)	400	01/10/2021	29/10/2021	28	20.00	24.43
3	Testigo 3 - CONCRETO PATRÓN 2 (400)	400	01/10/2021	29/10/2021	28	20.00	25.22

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

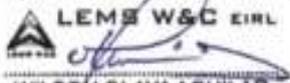
Figura 2. Resistividad eléctrica del CAC patrón más fibra de acero edad 28 d.

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
Proyecto / Obra : **TESIS:** "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCMOPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTE MÁS FIBRA DE ACERO, EN
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : 21 de octubre del 2021.
Ensayo : Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón.
 Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner)
Referencia : UNE 83988-2:2014

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	Testigo 1 - C.P1 400 + F.Aº 1.18%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.05	21.95
2	Testigo 2 - C.P1 400 + F.Aº 1.18%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.00	22.15
3	Testigo 3 - C.P1 400 + F.Aº 1.18%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.00	22.10
1	Testigo 1 - C.P1 400 + F.Aº 2.30%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.05	22.47
2	Testigo 2 - C.P1 400 + F.Aº 2.30%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.00	21.48
3	Testigo 3 - C.P1 400 + F.Aº 2.30%	400	06/10/2021	03/11/2021	28	20.00	22.35
1	Testigo 1 - C.P1 400 + F.Aº 4.71%	400	03/10/2021	31/10/2021	28	20.00	20.80
2	Testigo 2 - C.P1 400 + F.Aº 4.71%	400	03/10/2021	31/10/2021	28	20.00	21.70
3	Testigo 3 - C.P1 400 + F.Aº 4.71%	400	03/10/2021	31/10/2021	28	20.00	21.92

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

Figura 3. Resistividad eléctrica del CAC patrón más fibra de acero edad 28 d.

Solicitante : MAYO PINTADO, ELSIAS
Proyecto / Obra : **TESIS:** "DISEÑO DE CONCRETO AUTOCOMPACTANTE DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTE MÁS FIBRA DE ACERO, EN
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : 21 de octubre del 2021.

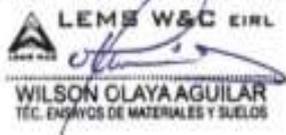
Ensayo : Durabilidad del hormigón – Determinación de la resistividad del hormigón.
Parte 1 (Método directo) y Parte 2 (Método de Wenner)

Referencia : UNE 83988-2:2014

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Temperatura °c	Resistividad Eléctrica (kΩ.cm)
1	Testigo 1 - C.P1 450 + F.Aº 1.07%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.05	22.48
2	Testigo 2 - C.P1 450 + F.Aº 1.07%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.00	21.33
3	Testigo 3 - C.P1 450 + F.Aº 1.07%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.00	21.12
1	Testigo 1 - C.P1 450 + F.Aº 2.14%	450	28/09/2021	26/10/2021	28	20.05	22.77
2	Testigo 2 - C.P1 450 + F.Aº 2.14%	450	28/09/2021	26/10/2021	28	20.00	22.65
3	Testigo 3 - C.P1 450 + F.Aº 2.14%	450	28/09/2021	26/10/2021	28	20.00	23.02
1	Testigo 1 - C.P1 450 + F.Aº 4.28%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.05	22.50
2	Testigo 2 - C.P1 450 + F.Aº 4.28%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.00	21.95
3	Testigo 3 - C.P1 450 + F.Aº 4.28%	450	29/09/2021	27/10/2021	28	20.00	22.17

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Fuente: Elaboración Lems W&C E.I.R.L.

ANEXO 7: CÁLCULOS Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

a. Formulación de Hipótesis.

$$H_0: \mu_{CPA} - \mu_{CAC+FA^0} = 0$$

La hipótesis nula (H_0) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante, es igual a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero.

$$H_1: \mu_{CPA} - \mu_{CPAC+FA^0} < 0$$

La hipótesis alterna (H_1) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante con fibra de acero, es mayor a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante.

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alterna

μ_{CPA} : $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante

$\mu_{CPAC + FA^0}$: $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante más fibra de acero

b. Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

c. Estadístico de prueba

$$T = \frac{(\bar{X}_{CPA} - \bar{X}_{CPA + F. A^0})}{\sqrt{\frac{x^2_{CPA}}{N_{CPA}} + \frac{x^2_{CPA + F. A^0}}{N_{CPA + F. A^0}}}}$$

Sabemos que:

\bar{X}_{CPA} : Media de la resistencia a la compresión de concreto autocompactante

$\bar{X}_{CPA + F. A^0}$: Media de la resistencia a la compresión de concreto autocompactante más fibra de acero.

$\mu_{CPA} - \mu_{CPAC+FA^0}$: Diferencia Hipotética de las medias.

X^2_{CPA} = Varianza de concreto autocompactante.

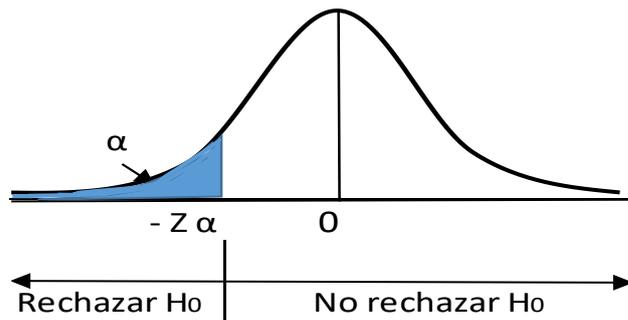
$X^2_{CPA + F. A^0}$ = Varianza de concreto autocompactante más fibra de acero.

N_{CPA} : Número de observaciones del concreto autocompactante

$N_{CPA} + F.A^{\circ}$: Número de observaciones del concreto autocompactante más fibra de acero.

d. Región crítica.

Figura 1. Región crítica



Fuente: Elaboración propia

Valor crítico de T: $t_{(1-\alpha, r)}$

$\alpha = 0.05$

$N_{CPA} = 2$

$N_{CPA} + F.A^{\circ} = 2$

$\bar{X}_{CPA} = 520.47$

$\bar{X}_{CPA} + F.A^{\circ} = 527.1$

$X^2_{CPA} = 37.24$

$X^2_{CPA} + F.A^{\circ} = 1.64$

Tabla 1. Resistencia de concreto Autocompactante y CAC + fibra de acero

	Concreto Autocompactante	Concreto Autocompactante + F.A ^o
	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)
Promedio (\bar{X})	520.47	527.91
Varianza (X^2)	37.24	1.64

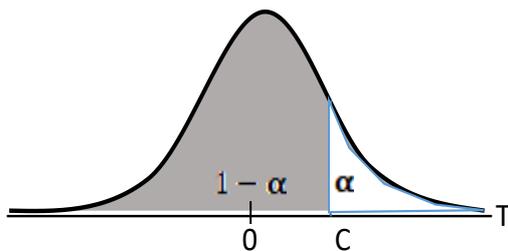
Fuente: Elaboración propia

$$r = \frac{\left(\frac{x^2_{CPA}}{N_{CPA}} + \frac{x^2_{CPA}}{N_{CPA} + F \cdot A^{\circ}}\right)^2}{\frac{\left(\frac{x^2_{CPA}}{N_{CPA}}\right)^2}{N_{CPA} - 1} + \frac{\left(\frac{x^2_{CPA}}{N_{CPA} + F \cdot A^{\circ}}\right)^2}{N_{CPA} + F \cdot A^{\circ} - 1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{37.24}{2} + \frac{1.64}{2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{37.24}{2}\right)^2}{1} + \frac{\left(\frac{1.64}{2}\right)^2}{1}} = 1.088$$

$$T_{(0.95, 1.088)} = 6.314$$

Figura 2. Distribución t-Student



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Tabla de la distribución t-Student

r	1 - α							
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032

Fuente: Elaboración propia

e. Valor estadístico.

$$T = \frac{(\bar{X}_{CPA} - \bar{X}_{CPA + F. A^{\circ}})}{\sqrt{\frac{s^2_{CPA}}{N_{CPA}} + \frac{s^2_{CPA + F. A^{\circ}}}{N_{CPA + F. A^{\circ}}}}$$

$$t = \frac{(520.47 - 527.91)}{\sqrt{\frac{37.64}{2} + \frac{1.64}{2}}} = -1.678$$

$$t = -1.678$$

f. Decisión

$t = -1.678 \in$ a la región crítica, entonces decimo que, prácticamente rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

g. Conclusión

confirmamos que a un 95% de confianza se estima que la Resistencia a la Compresión para un $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del Concreto Autocompactante más fibra de acero, es mayor a la Resistencia a la Compresión para $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del Concreto autocompactante sin fibra de acero.

Resultados del programa spss:

Ahora en este programa se verificó la diferencia entre los dos grupos de concreto, (CAC, CACFA) el grado de significancia.

- Formulación de Hipótesis.

$$H_0: \mu_{CPA} - \mu_{CAC+FA^{\circ}} = 0$$

La hipótesis nula (H_0) confirma que, la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante, no hay diferencia significativa entre la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero.

$$H_1: \mu_{CPA} - \mu_{CPAC+FA^{\circ}} < 0$$

La hipótesis alterna (H_1) confirma que, entre la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante más fibra de acero, hay diferencia significativa a la resistencia a la compresión del concreto patrón autocompactante sin fibra de acero.

H_0 : hipótesis nula

H_1 : hipótesis alterna

μ_{CPA} : $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante

$\mu_{CPAC + FA}$: $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ del concreto patrón autocompactante más fibra de acero

1) Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Analizamos las características.

- ¿Cuántos tipos de concreto tenemos?

Tenemos 2: Concreto autocompactante y concreto autocompactante más fibra de acero.

- ¿Es una variable?

Si es una variable.

- ¿Cuáles son sus categorías?

➤ Concreto autocompactante

➤ concreto autocompactante más fibra de acero.

- ¿Qué tipo de variable es?

Variable de escala nominal

- ✓ ¿Tenemos resistencia a la compresión en concretos?

Tenemos 2: 1 para el concreto autocompactante y 1 para el concreto autocompactante más fibra de acero.

- ✓ ¿Es una variable?

Si es una variable.

- ✓ ¿Cuáles son sus categorías?
 - Resistencia de concreto autocompactante
 - Resistencia de concreto autocompactante más fibra de acero.
- ✓ ¿Qué tipo de variable es?
 - Variable de escala nominal

Por lo tanto, como tenemos dos variables nominales aplicamos chi-cuadrado.

Tabla 3. Tabla de contingencia Concreto Autocompactante y Concreto autocompactante + Fibra de Acero

concretos		Concreto autocompactante - CAC + Fibra de Acero		Total
		Resistencia a la compresión de CAC	Resistencia a la compresión de CAC + F.A ^o	
Concreto Autocompactante	Concreto autocompactante	516	529	1045
	Concreto autocompactante + Fibra de Acero	525	527	1052
Total		1041	1056	2097

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla podemos verificar los datos o mejor dicho las resistencias con las que se trabajó para evaluar la diferencia o el nivel de significativa de ambos concretos.

Tabla 4. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,058^a	1	,809		
Corrección por continuidad ^b	,039	1	,843		
Razón de verosimilitudes	,058	1	,809		
Estadístico exacto de Fisher				,827	,422
Asociación lineal por lineal	,058	1	,809		
N de casos válidos	2097				

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, apoyándonos en el programa spss nos arrojó datos de chi-cuadrado = 0.058 y un valor de p = 0.809; concluyendo que entre ambos concretos evaluados, según datos obtenidos, no hay diferencia significativa, porque $p \geq 0.05$.

Porque sabemos que cuando:

- ✓ $P < 0.05$ existe diferencia significativa
- ✓ $p \geq 0.05$ no existe diferencia significativa.

ANEXO 8. Diseño de Concreto Autocompactante

Tabla 1. Diseño de concreto atocompactante con Sikament 290 N

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO AUTOCOMPACTANTE F'c 450 KG/CM2						
	arena	piedra	% de arena	70	Aporte de agua (Lt)	
Contenido de Humedad	1.02	0.56	% de piedra	30	arena	piedra
% de Absorción	1.55	1.47	Tanda de Prueba	0.028	0.01	0.01
			R a/c	0.44	5.88	4.83
			f'c	450	10.70	
Aditivos	Porcentaje					
SIKAMENT 290 N	1.20%					
-	0.00%					
-	0.00%					
			Relacion a/c	0.44		
			Factor Cemento	10 BOLSAS		
Materiales	P. Especificos	Vol. Absolutos	pesos Secos x m3	Pesos Humedos	Tanda de Prueba	
Cemento pacasmayo tipo I	3110	0.1367	425.00	425.00	11.90	kg
Agua	1000	0.1870	187.00	197.70	5.54	lt
Arena - C. Pátapo la Victoria	2430	0.4565	1109.39	1120.70	31.38	kg
Piedra - Cantera Pacherras	2710	0.1957	530.24	533.21	14.93	kg
SIKAMENT 290 N	1230	0.0041	5.10	5.10	142.80	gr.
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg.
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg
% de aire		0.0200	2.0%	2282		
			Peso Unitario Teórico	2282	Peso Unitario Real	2295
			Factor cemento (bolsas)	10	% de Aire Real	3.5%
				W/V. Olla	2.37	0.007050

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Diseño de Concreto Autocompactante patrón1 (450 kg/cm2)

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO F'c 450 KG/CM2

	arena	piedra	% de arena	60	Aporte de agua (Lt)	
Contenido de Humedad	1.02	0.56	% de piedra	40	arena	piedra
% de Absorción	1.55	1.47	Tanda de Prueba	0.028	0.0053	0.0091
			R a/c	0.43	4.81	6.14
			f'c	450	10.96	

Aditivos	Porcentaje
PER SUPLAST 499D	1.80%
-	0.00%
-	0.00%

Relacion a/c 0.43
 Factor Cemento 11 Bolsas

Materiales	P. Especificos	Vol. Absolutos	pesos Secos x m3	Pesos Humedos	Tanda de Prueba	
Cemento pacasmayo tipo I	3110	0.1503	467.50	467.50	13.09	kg
Agua	1000	0.1990	199.00	209.96	5.88	lt
Arena - C. Pátapo la Victoria	2430	0.3738	908.25	917.52	25.69	kg
Piedra - Cantera Pacherras	2710	0.2492	675.27	679.05	19.01	kg
PER SUPLAST 499D	1088	0.0077	8.42	8.42	235.62	gr
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg.
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg
% de aire		0.0200	2.0%	2282		

Peso Unitario Teórico	2282	Peso Unitario Real	2275
Factor cemento (bolsas)	11	% de Aire Real	3.5%
		W/V. Olla	2.37 0.007050

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Diseño de Concreto Autocompactante patrón 2 (400 kg/cm²)

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO F'c 400 KG/CM2						
	arena	piedra	% de arena	63	Aporte de agua (Lt)	
Contenido de Humedad	1.02	0.56	% de piedra	37	arena	piedra
% de Absorción	1.55	1.47	Tanda de Prueba	0.028	0.01	0.01
			R a/c	0.45	5.22	5.87
			f'c	400	11.09	

Aditivos	Porcentaje
PER SUPLAST 499D	1.85%
-	0.00%
-	0.00%

Relacion A/c	0.45
Factor Cemento	10 Bolsas

Materiales	P. Especificos	Vol. Absolutos	pesos Secos x m3	Pesos Humedos	Tanda de Prueba	
Cemento pacasmayo tipo I	3110	0.1367	425.00	425.00	11.90	kg
Agua	1000	0.1930	193.00	204.09	5.71	lt
Arena - C. Pátapo la Victoria	2430	0.4052	984.55	994.59	27.85	kg
Piedra - Cantera Pacherras	2710	0.2380	644.85	648.47	18.16	kg
PER SUPLAST 499D	1088	0.0072	7.86	7.86	220.15	gr
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg.
-		0.0000	0.00	0.00	0.00	kg
% de aire		0.0200	2.0%	2280		

Peso Unitario Teórico	2280	Peso Unitario Real	2252
Factor cemento (bolsas)	10	% de Aire Real	3.3%
		W/V. Olla	2.37 0.007050

Fuente: Elaboración propia.