



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Obtención de un Concreto Autocompactante, Empleando Arcilla
como adición de finos, Extraídas de la Cantera Las Tres Cruces,
Poroto, La Libertad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Alva Yomona, Melissa Rocío (ORCID: 0000-0002-5792-7363)

Sevillano Sifuentes, Antonio Giamfran (ORCID: 0000-0003-4381-1738)

ASESORES:

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

Mg. Castillo Chávez, Juan Humberto (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada principalmente a mis padres Nila Maritza Yomona Yomona y Darwin Alva Tuesta, a mis hermanas Lucía I. Alva Yomona y María I. Alva Yomona, a mi familia paterna y materna, ya que sin su apoyo y amor no hubiera sido posible. Así mismo va dedicada al universo ya que éste actúa en la vida de las personas sin saber quiénes serán sus instrumentos, pero su fuerza hace que todo conspire a su favor, y muchas veces a nuestro favor.

(Alva Yomona, Melissa Rocío)

Esta tesis está dedicada a mis padres Eulalia Sifuentes Carrión y Antonio Sevillano Fernández, que son la motivación para haber podido alcanzar este objetivo, teniendo a mi padre como un soporte en la parte técnica de mi formación profesional, así como mi madre con su apoyo emocional, confiando en mi desde el inicio de mi formación y ahora en mi etapa universitaria. Les debo tanto que pasaría mi vida dándoles todo y, aun así, esto se quedaría pequeño para lo que ellos dos hicieron por mí.

(Sevillano Sifuentes, Antonio Giamfran)

Agradecimiento

El presente trabajo de investigación es fruto de lo aprendido durante nuestra formación universitaria, por lo cual queremos agradecer en primer lugar a Dios por permitirnos cumplir un objetivo más en nuestra vida profesional, por ser partícipe de los logros obtenidos y nunca dejar que nos rindamos ante situaciones difíciles que pudieron presentarse en el momento menos esperado.

A nuestros padres por el apoyo incondicional, por ser motivación y ejemplo durante todos estos años de constante sacrificio, gracias a ustedes por sus oraciones, la paciencia, el compromiso y por haber ayudado en moldear a las personas que somos ahora.

Queremos también agradecer a nuestros docentes de la escuela de ingeniería civil, de quienes aprendimos valores y conocimientos eficaces, permitiéndonos crecer constantemente como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por los consejos, la paciencia, apoyo, dedicación y amistad.

Como punto final pero no menos importante a nuestros amigos con los que compartimos momentos, trabajos, risas, apoyo, dentro y fuera de las aulas.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Operacionalización de variables	15
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	22
3.5. Procedimiento.....	25
3.6. Métodos de análisis.....	26
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN	95
VI. CONCLUSIONES	99
VII. RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS	102
ANEXOS.....	109

Resumen

En la presente investigación se busca obtener un concreto autocompactante (CAC) empleando adiciones de arcilla en su estado natural al 5, 10 y 15% del peso del cemento, para su diseño se tuvo en cuenta los requisitos proporcionados por el comité ACI 237R – 07 (American Concrete Institute) a partir de un enfoque práctico y no reológico; seguidamente la investigación se desarrolló de manera experimental, ya que el CAC durante el estudio se controló el estudio de la arcilla como adición de finos. El CAC se evaluó en base a la extensión de flujo y no por resistencia como se establece en el ACI 237R, ya que por sus bajas relaciones de agua y elevadas cantidades de cemento hacen que las resistencias sobre pasen los 210 kg/cm² a la edad de 3 días. Por otro lado, para establecer si el diseño de mezcla que se obtuvo era el óptimo, se realizó ensayos para el concreto en estado fresco, con instrumentos como el cono de Abrams, el embudo V y la caja L, cuyos ensayos miden la extensión de flujo, la capacidad de llenado y la capacidad de paso. Los parámetros para los ensayos fueron realizados en base a las directrices del EFNARC (European Federation of National Associations Representing for Concrete) ya que son los valores más utilizados por las organizaciones europeas.

Palabras claves: Concreto autocompactante, extensión de flujo, caja L, superplastificante.

Abstract

The present research seeks to obtain a self-compacting concrete (CAC) using clay additions in its natural state at 5, 10 and 15% of the weight of cement, for its design the requirements provided by the ACI 237R - 07 committee were taken into account (American Concrete Institute) from a practical and not rheological approach; then the research was developed experimentally, since the CAC during the study controlled the study of clay as addition of fines. The CAC was evaluated based on the flow extension and not by resistance as established in ACI 237R, since due to its low water ratios and high amounts of cement, the resistance exceeds 210 kg / cm² at age. 3 days. On the other hand, to establish whether the mixture design obtained was optimal, tests were carried out for the concrete in the fresh state, with instruments such as the Abrams cone, the V funnel and the L box, whose tests measure the extension of flow, filling capacity and flow capacity. The parameters for the tests were carried out based on the guidelines of the EFNARC (European Federation of National Associations Representing for Concrete) since they are the values most used by European organizations.

Keywords: Self-compacting concrete, flow extension, segregation, L-box, superplasticizer.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción ha estado relacionada con el desarrollo y avance tecnológico de todas las civilizaciones del mundo, tanto grandes como pequeñas culturas modificaron su entorno en búsqueda de una mejor calidad de vida. Por lo tanto, es relevante destacar que la industria de construcción es transversal en todas las economías, ya que moviliza cantidades de insumos, impulsa la generación de empleos directos e indirectos, así como contribuye en un porcentaje importante en la formación de capital de los países (Chiviri, 2016, p.1).

En nuestro país, de acuerdo con los resultados de la Encuesta de Expectativas desarrolladas por CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción), el nivel de actividad de las empresas del sector construcción se incrementó 3.47% en promedio durante el bimestre julio-agosto del año 2018, respecto al mismo periodo del año anterior según el gráfico “Situación real del nivel de operaciones en las empresas del sector construcción, por rangos de variación” (León Siu, 2018, p.6).

En el año 2019, la Cámara Peruana de Comercio destacó que prevén que el sector de la construcción se expandirá un 7.98% en el presente año (Agencia Peruana de noticias, 2019). Lo cual indica que en nuestro país las construcciones van en incremento, por lo tanto, no está de más mencionar que es frecuente encontrar en los diferentes proyectos problemas de fisuración y de tipo constructivo, derivados de los cambios volumétricos en el concreto, que se sintetizan en, contracción, flujo y efectos térmicos, que en muchos casos no son identificados ni evaluados adecuadamente, por el desconocimiento en el diseño y/o la aplicación de un concreto que cumpla con los parámetros y características específicas, generando discrepancias técnicas y hasta de tipo legal (Pasquel, 1998, p.76).

El diseño de mezcla de un concreto determina el nivel de calidad del concreto, por lo cual es importante determinar la durabilidad de una estructura de concreto y conocer su vida útil, para ello, se debe considerar los siguientes factores: como la exposición química, ambiental, sustitución de algunos elementos como apoyos, juntas o drenajes, así también el curado que se efectúa en obra; cabe destacar que para obtener concretos de calidad se debe realizar una dosificación específica de diseño, resaltando un alto grado de participación de profesionales y personal

técnico para su adecuada elaboración y correcta puesta en obra (IMCYC, 2017, p.19)

De lo anterior al investigar su diseño, durabilidad, desempeño, economía y viabilidad, se rescata la importancia que tienen las especificaciones técnicas dentro de un proyecto, pues son documentos del contrato de vital importancia porque definen las normas, exigencias, características y procedimientos que van a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción. Además, los profesionales deben ser capaces de su correcta interpretación para las estimaciones de costos, programación y la adecuada ejecución en obra conforme a los planos (Lora, 2011, pág. 8). Es aquí, en caso del concreto, que se viene especificando de manera errónea, creyendo que los concretos son los mismos, obviando la importancia de los agregados, diversidad de materiales cementantes, productos químicos como los aditivos y las llamadas adiciones que se vienen empleando en la actualidad. Se requiere conocer, evaluar y clasificar el grado de agresividad del ambiente y, por otro lado, conocer el concreto y la estructura, estableciendo entonces una correspondencia entre ambos, es decir, entre la agresividad del medio ambiente y la durabilidad del concreto de la estructura (Del Rosal, 2017, pág. 14).

Los problemas ya mencionados, son una realidad que viene acompañada con el desconocimiento del ingeniero civil y cobra importancia cuando en las obras se suman errores y deficiencias en el producto final debido a la falta de conocimiento, falta de experiencia y desconocimiento de diseño. Por eso es categórico profundizar y difundir el tema con el fin de intercambiar experiencia científicas y prácticas (Silva, Burgos, Valencia, Delvasto y Álvarez, 2013, p.3)

Después de haber aclarado que el diseño de un concreto no se fundamente solo con un procedimiento empírico, si no que se requiere de la mano de personal con conocimientos basados principalmente en diseño, manejabilidad y aspectos teóricos, es ahí donde nos preguntamos ¿Cómo se obtendrá un concreto autocompactante, empleando arcilla como adición de finos, extraídas de la cantera Las Tres Cruces, Poroto, La Libertad?

La presente investigación fue realizada con el fin de obtener y reconocer una forma de diseñar concreto autocompactante en su forma no reológica, logrando informar a profesionales y técnicos en el desarrollo de este concreto de última generación, al mismo tiempo se incorporó el modo de empleo de adiciones, para lo cual nuestra investigación tomó como adición a las arcillas en su estado natural, con el fin de contribuir al mejoramiento de las propiedades del concreto.

Por ende, se resalta que el concreto no es un material ajeno al sector de la construcción, al contrario, va de la mano con el diseño estructural. El uso de este concreto, ofrece ventajas como, reducción de equipos, mayor libertad para el diseño arquitectónico, disminuye el tiempo de construcción y mano de obra, permite la colocación de concreto requerido generando puntos de colocación de vaciado, acelera la construcción al colocarse y compactarse por su propio peso, además, reduce los niveles de contaminación sonora mejorando la salud y seguridad en obra (Fernando, Gordillo y Delvasto, 2019, párr. 11).

Por otro lado, esta investigación es útil porque da a conocer el comportamiento y diseño de un CAC, permitiendo tener la capacidad de realizar requerimientos de manera adecuada ya sea en las especificaciones técnicas, con los materiales correspondientes y términos adecuados. Para poner en pie la investigación, se debió determinar el diseño de la mezcla para la obtención de un concreto autocompactante con adición de finos de arcilla, a fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

Inicialmente se debe realizar la caracterización de los agregados para el concreto autocompactante, los resultados deben estar bajo los parámetros de la NTP 339.185, NTP 400.012, NTP 400.017, NTP 400.021, NTP 400.037, NTP 339.191 y los parámetros establecidos por Okamura y Ouchi. Una vez obtenidos los agregados, se requiere establecer las proporciones de los materiales, bajo las condiciones del reglamento ACI 237R – 07.

Establecido el diseño, se procede a evaluar las propiedades físicas del concreto autocompactante, como fluidez y capacidad de paso, para esto se requiere hacer uso de instrumentos como el cono de asentamiento, respaldado bajo la norma de ASTM C 143 / C 143M; el ensayo de la caja L y el V – Funnel, dichos instrumentos

son respaldados por el EFNARC, que así mismo presenta condiciones permisibles para la evaluación del CAC. Aprobada la mezcla con los ensayos en estado fresco, se procede a la extracción de mezcla para el llenado de probetas, las cuales sirven para evaluar las propiedades mecánicas del CAC en estado endurecido, siendo esta la resistencia a la compresión, parametrizada bajo la NTP 339.034.

Una vez cumplido al objetivo del trabajo de investigación el cual fue obtener el diseño de un CAC, se analizó la base de datos consolidada para comparar los resultados que se obtuvieron entre un CAC con adición y uno sin adición, haciendo uso del programa SPSS (Anova) con los cuales se pudo determinar si en realidad existe diferencia beneficiosa en las propiedades de CAC patrón y uno con adiciones.

II. MARCO TEÓRICO

El concreto autocompactante (CAC), es un concreto que ofrece fluidez, característica que permite desplazarse de manera natural, moldeándose en el encofrado. Este concreto es aplicado en proyectos que requieran mayor eficiencia en su proceso constructivo, también se aplica en elementos esbeltos o de difícil colocado ya sea por la elevada cuantía de acero o formas complejas. Es importante mencionar que también es empleado en la rehabilitación y reforzamiento de estructuras, en sistemas industrializados de construcción (prefabricados) y en elementos donde la alta fluidez es importante por acabado o por el rendimiento en la colocación (Argos, 2018, p.2).

A finales de la década del 80, se inició en la Universidad de Tokio (Japón) en el departamento de Ingeniería Civil bajo la dirección del profesor Hajima Okamura, las primeras investigaciones. Okamura empleó escoria granulada de altos hornos y cenizas volantes, junto a éstas se añadieron agregados y un aditivo de características específicas denominado superplastificante (Benavides, 2016, p.6).

El CAC, como concreto especial, por su alta fluidez, en su diseño original requiere una gran cantidad de finos, que generalmente se encuentran en un rango de 400 y 600 kg/m³, con el fin de proporcionar la fluidez, lo que genera un excesivo uso de cemento en comparación del concreto convencional, por lo tanto, una alternativa para reducir el contenido de cemento en el CAC, es el empleo de subproductos como adiciones minerales o materiales cementicios suplementarios, que además de resolver el alto consumo de cemento, permiten lograr ahorros de energía, mejorar la calidad del concreto, reducir su costo de elaboración y atenuar el calor de hidratación (Silva y Delvasto, 2018, p.506).

El mencionado concreto (CAC), tiene los mismos contribuyentes que el concreto convencional (cemento, agregados, agua, adiciones), pero difieren sus propiedades en estado fresco como la capacidad de paso, capacidad de relleno, trabajabilidad y resistencia a la segregación. Por lo cual, se necesita gran cantidad de material fino, lo cual se satisface con el empleo de adiciones como ceniza volante, polvo de piedra caliza, escoria de alto horno, tobas volcánicas, metacaolín y residuos de mampostería (ladrillo de arcilla y mortero cemento portland molido);

además de aditivo superplastificante (policarboxilatos) y, en algunos casos aditivos modificadores de viscosidad (Silva et al).

Para el uso de las adiciones en el concreto, se necesitan cumplir los requerimientos de las normas establecidas. Pueden ser añadidos a la mezcla del concreto como un cemento con adición, o como un ingrediente dosificado. Por consiguiente, hacemos mención a algunos de estos materiales: Las cenizas volantes, son un sub producto de los hornos que emplean carbón mineral como combustible para la generación de energía, las cenizas volantes deben tener conformidad con la norma ASTM C618. La cantidad de éste material puede variar entre el 5 y el 65% en peso de los materiales cementantes. Las escorias de alto horno, son sub productos no metálicos producidos en un alto horno cuando el mineral de hierro es reducido a hierro dulce; este material debe tener conformidad con la norma ASTM C989, las escorias se utilizan entre el 20 y el 70% en peso de los materiales cementantes. El humo sílice, es un material puzolánico de alta reactividad y son sub producto del metal silíceo o ferro silíceo, que se recolecta de la chimenea de gases de los hornos de arco eléctrico. Para el humo sílice se recurre a la norma ASTM C1 240. Generalmente se utiliza entre el 5 y 12% en peso de los materiales cementantes. Dentro del grupo de las puzolanas naturales, encontramos varios materiales que poseen o pueden ser procesados para poseer propiedades puzolánicas, estos materiales están cubiertos por la norma ASTM C618. En este grupo de puzolanas naturales, comercialmente disponibles incluyen al metacaolín y las arcillas o esquistos calcinados. El metacaolín se emplea entre el 5 y 15% en peso del cemento, mientras que las arcillas o esquistos calcinados son utilizados en mayores porcentajes. Otras puzolanas naturales son los cristales volcánicos, zeolíticos, ceniza de cáscara de arroz y tierra de diatomeas (National Ready Mixed Concrete Association, 2017, pág. 1-2).

Por lo tanto, es importante reconocer la clasificación de las arcillas, estos se pueden caracterizar por ensayos en laboratorio según su granulometría, composición química, hidrometría, límites de Atterberg, análisis térmico y gravimétricos diferenciales, rayos X; las más importantes cuyos grupos son tres, las arcillas rojas o comunes, arcillas de cocción blanca, caolines, halloisitas y arcillas refractarias. El tercer grupo son las arcillas especiales, bentonitas, peoilitas y paligorskitas (García

y Bolívar, 2016). Éste material pasa a ser metacaolín, cuando es calcinado a determinadas temperaturas, cuando se adiciona a morteros y concretos puede mejorar sustancialmente el desempeño mecánico y de durabilidad, debido a que éste se combina químicamente con el hidróxido de calcio, procedente de la reacción de hidratación del cemento, para formar silicatos de calcio, sílico - aluminatos y aluminatos de calcio hidratados, siendo considerado una puzolana de alta reactividad. Esta reactividad está relacionada con la naturaleza de la materia prima (Estrada, Oliveira, Moacyr y Alba, 2018, párr.5).

Por consiguiente, se presentan estudios realizados empleando al metacaolín como adición al cemento y al concreto, en un diseño de concreto convencional en las cuales se estudia la resistencia a la compresión. Al solo variar las propiedades físicas entre en el concreto convencional y el autocompactante se consideró oportuno tomar en cuenta los resultados.

Según L. Gómez, G. García y J. Acevedo (2015), en su investigación establecen que al realizar reemplazos de metacaolín por cemento con porcentajes del 10%, se logran los máximos valores de resistencias a compresión, esto debido al tamaño de sus partículas lo cual densifica la microestructura de las pastas. Valores superiores al 10% no muestran aumentos significativos. Las máximas resistencias relativas se dieron a los 14 días, lo que les permitió establecer que la actividad puzolánica del metacaolín alcanza su punto máximo de reacción en este período de tiempo. Adicionalmente se indica, que para dispersar el metacaolín en la pasta de cemento se necesita incorporar un aditivo superplastificante, lo cual mejora la reología, trabajabilidad y propiedades mecánicas de la pasta.

Por otro lado, en las investigaciones de Y. Silva, M. Gordillo y S. Delvasto (2018), para sus ensayos de resistencia a compresión de mezclas de hormigón autocompactante adicionadas con residuos de mampostería (RM) genero una pérdida del 12.7% a los 7 días de curado, el cual aumenta a mayor sea el reemplazo. Esto cambia y se hace notorio a los 28 días, disminuyendo la perdida en un 7.39% en comparación con un CAC patrón, es debido a la lenta reactividad que tiene el RM con la mezcla de CAC; a los 60 días de curado continúa bajando la pérdida en un 5.6%, generando como análisis y confirmando que si existe una

reactividad puzolánica la cual genera ganancias de resistencia mayores a edades prolongadas. Esta investigación fue tomada como referencia al asociar los residuos de mampostería por su composición, ya que dentro de los materiales que lo conforman se encuentran la cal, cemento, yeso y/o arcillas extraídas del suelo natural.

En los estudios anteriores, se muestra que el metacaolín fue sometido a altas temperaturas, sin embargo, para nuestra investigación, se empleó a las arcillas como material de adición respecto al peso del cemento, sin someterlas a calcinación, los resultados que obtuvimos fueron comparados con los resultados de la resistencia a la compresión de los antecedentes. Por consiguiente, mencionaremos a los procedimientos más utilizados para el diseño de mezcla, como es el procedimiento propuesto por Okamura, donde expone que para el diseño de mezcla se considera un determinado volumen de agregado grueso y mortero. Seguidamente tenemos a Petersson, quien sugiere determinar un mínimo de volumen y un determinado esqueleto granulométrico. Y, por último, mencionamos al procedimiento propuesto por Sedran, que consiste mediante un modelo computacional establecer un esqueleto granulométrico compacto con el menor número de vacíos, la dosificación de finos se fija dependiendo de la resistencia y de los materiales disponibles, para luego con el uso de aditivos superplastificante se realice ajustes a la mezcla hasta obtener un flujo con viscosidad aceptable. Sin embargo, cabe resaltar que estos procedimientos muchas veces han dado resultados fallidos, elevando el uso de productos cementantes y aditivos superplastificante (EFNARC, 2002, pp. 22-32).

En cuanto al diseño de la mezcla, se sabe que, en la dosificación de hormigón convencional, la relación agua-cemento se fija al principio desde el punto de vista de obtener la resistencia requerida. Sin embargo, con el concreto autocompactante, la relación agua-polvo debe decidirse teniendo en cuenta la autocompactabilidad, ya que es muy sensible a esta relación. En la mayoría de los casos, la resistencia requerida no gobierna la proporción de agua y polvo, debido a que la capa de agua en el polvo es lo suficientemente pequeña para obtener la resistencia requerida para estructuras ordinarias a menos que la mayoría de los materiales en polvo en uso no sean reactivos. Por lo cual, se eligió realizar el diseño de mezclas bajo el

procedimiento del ACI 237R – 07, ya que su desarrollo se basa a propiedades evaluadas en campo desde un enfoque práctico.

El ACI 237R – 07, considera tres características principales del CAC, siendo estas, el nivel de estabilidad, capacidad de llenado y capacidad de paso. Las que están estrechamente relacionadas con el nivel de fluidez, viscosidad, tamaño y contenido de agregado grueso. En caso de las propiedades en estado fresco, se debe establecer el valor del flujo inicial, en función de la aplicación de la mezcla. En cuanto a las propiedades endurecidas, se puede diseñar en base a proporciones similares que un hormigón convencional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para determinar la resistencia a la compresión la relación agua – polvos, es un componente clave. Para el concreto autocompactante la relación agua – polvos va de 0.32 – 0.40. También es importante tener en cuenta que la microestructura de la pasta influye en el coeficiente de permeabilidad y absorción. Para las proporciones de la mezcla, este reglamento presenta tres premisas: establecer proporciones para un alto contenido de cemento y aditivo superplastificante, bajo contenido de cemento más superplastificante y aditivo modificador de viscosidad, y por el último, el contenido de cemento moderado más superplastificante (se controla mediante la mezcla de agregados, baja relación agua – finos o usando aditivos modificadores de viscosidad). Para establecer el contenido de agregado grueso se debe tener en cuenta la separación entre barras, la superficie del agregado (agregado natural o agregado angular triturado), así como la adecuada gradación. Estos factores influyen en el tamaño y cantidad del agregado grueso.

Para la adecuada elección de la cantidad del agregado grueso, el ACI establece dos categorías: Categoría I, cuando el tamaño máximo nominal del agregado es de 1/2 pulgada o mayores: se debe tener la densidad de masa seca, el 50% del volumen del concreto debe ser de agregado grueso (pesos). Y, por último, el volumen absoluto del agregado grueso por m³ debe estar entre 28% a 32%. Categoría II, cuando el tamaño máximo nominal del agregado es menor a 1/2 pulgada: se establece que el volumen del concreto debe contener 50% de agregado grueso y 50% de agregado fino, de ser necesario la relación G/A tendrá que ajustarse.

Para la relación agua – polvos, donde se incluye al cemento y adiciones, la relación agua –cemento, se elige conforme lo indica el ACI 211.1, sin embargo, el contenido de polvo está en función a la extensión de flujo. En cuanto al volumen de la pasta, se refiere al volumen de cemento, otros polvos, agua, aditivos y aire. Este volumen debe estar de 0.34 a 0.40, de los volúmenes absolutos. También se considera al volumen de mortero, que no es más que el volumen de pasta más el volumen de agregado fino, y va desde 0.60 a 0.70, de los volúmenes.

Una vez obtenido el diseño bajo las directrices descritas, se realiza los ensayos de estado fresco para el concreto autocompactante que son: ensayo de flujo de caída, ensayo de la caja L, ensayo de V – Funnel. Se describirán con mayor detalle en el apartado de resultados, sin embargo, no está de más mencionar que los parámetros para cada ensayo se encuentran estipulados bajo las directrices europeas presentadas por el EFNARC.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

➤ Finalidad de la investigación:

Por otro lado, la investigación básica o también llamada pura, recibe este nombre “porque no se interesa por un objeto crematístico, es decir, le motiva la curiosidad y el gozo de descubrir nuevos conocimientos, lo cuales sirven de cimiento a la investigación aplicada o tecnológica” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 133).

En consecuencia y teniendo claro lo expuesto por los autores, la investigación realizada se alinea con la de tipo básica, ya que mediante ensayos en laboratorio se demostró el comportamiento del concreto autocompactante en su estado fresco y sólido, añadiendo la adición de finos de arcilla. Con esta investigación se pretende mejorar el conocimiento acerca del diseño y la forma de evaluar un concreto autocompactante, es decir, mediante los resultados obtenidos se llegó a desarrollar un concreto con características especiales, capaz de fluir sin generar ningún tipo de segregación, añadiéndole a éste, arcilla como adición de finos la cual influye de manera significativa en las propiedades físicas del concreto autocompactante.

➤ Enfoque de la investigación:

Para un enfoque cuantitativo se “utiliza la recolección de datos y análisis de datos para demostrar una hipótesis y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico y la prueba de hipótesis. Este enfoque postula que es la única manera de descubrir nuevos conocimientos empleando el método científico” (Ñaupas, et al. 2018. Pp. 140).

Decimos que la investigación pertenece a un enfoque cuantitativo, porque los datos fueron obtenidos mediante los métodos de prueba en estado fresco y endurecido del concreto autocompactante realizados en un laboratorio, fueron expresados en valores numéricos sin ser alterados ni modificados. Con los cuales se estableció la relación existente entre variables mediante estudio de métodos estadístico.

➤ Nivel de investigación:

El objetivo de una investigación científica descriptiva, “es recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones, clasificación de los objetos, personas, agentes e instituciones, o de los procesos naturales o sociales. Como dice R. Gay, comprende la colección de datos para probar una hipótesis, determina e informa los modos de ser de los objetos” (Ñaupá et, al.2018. Pp.134).

La presente investigación de nuestra autoría buscó descubrir, establecer y explicar mediante el análisis de resultados las posibles causas o diferencias que existan entre las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante modificado con arcilla como adición de finos en diferentes porcentajes frente a uno que no fue modificado.

➤ Temporalidad de la investigación:

El estudio longitudinal en la estadística “reúne información de dos o más momentos (mediciones). La aplicación de un diseño longitudinal es recomendable para el tratamiento de problemas de investigación que involucran tendencias, cambios o desarrollos a través del tiempo, o bien, en los casos en que se busque demostrar la secuencia temporal de los fenómenos” (Calderón y Alzamora, 2019, p.73).

La presente investigación desarrolló el diseño de mezcla de un concreto autocompactante al cual se le adicionó porcentajes de adiciones de arcilla, las muestras obtenidas se midieron en estado fresco y endurecido. Las mediciones en estado fresco se realizaron a través de los métodos de prueba

para la capacidad de llenado y capacidad de paso, se hicieron 3 ensayos para el grupo control y 3 ensayos para los grupos de diseño que contienen porcentajes de adición de arcilla, y para cada ensayo se realizaron 2 pruebas.

Mientras que, para las mediciones en estado endurecido se realizaron 5 ensayos y para cada ensayo 2 probetas, (se podría agregar el fundamento de la norma de ensayos para muestrear ACI 318-2019) tanto para el grupo patrón como para los grupos de control, al cumplir las edades de 3, 7 y 28 días se sometieron al ensayo de resistencia a la compresión mediante la rotura de probetas.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación experimental “es la manipulación de una variable no comprobada. Trata de describir cómo o porqué se produce el fenómeno u objeto de estudio. Reproduce el fenómeno en una situación controlada llamada experimento” (GÓMEZ, 2012. Pp. 84).

Teniendo clara la consideración anterior, nuestro estudio corresponde a un diseño de investigación experimental, ya que se empleó como estímulo (variable no comprobada) o tratamiento la adición de finos de arcilla con porcentajes de 5%, 10% y 15 % a grupos de especímenes con números iguales de individuos, con el fin de analizar el efecto que la adición de finos de arcilla tiene sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante previamente diseñado.

Para poder denotar diferencias entre un grupo y otro, se estableció un grupo de concreto autocompactante al que no se le suministró la arcilla como adición de finos, definiendo a éste como grupo patrón, y grupo control, aquellos grupos que contienen adiciones de arcilla según los porcentajes planteados.

Sin embargo, para garantizar la validez, se aclara que los componentes de la mezcla del concreto autocompactante para los especímenes son todos

iguales, salvo, la mezcla que conlleva la adición de arcilla en distintos porcentajes, logrando que los grupos de estudio sean comparables.

El diseño se diagrama de la siguiente manera:

RG ₁	X ₁ (incluye 5 % de adición)	O ₁	Comparación de propiedades físicas y mecánicas
RG ₂	X ₂ (incluye 10 % de adición)	O ₂	
RG ₃	X ₃ (incluye 15 % de adición)	O ₃	
RG	— (sin porcentaje de adición)	O	

Figura 1. Diagrama de diseño de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

- ✓ R : asignación al azar o aleatoria.
- ✓ G : grupo de sujetos o probetas y/o especímenes.
- ✓ X : tratamiento, estímulo o condición experimental.
- ✓ O : una medición de los sujetos de un grupo (pos prueba al tratamiento)
- ✓ ___: ausencia del estímulo, indica grupo control o testigo.

Según Jaffe, “El termino ciencia se define como el método de búsqueda del conocimiento que subordina la teoría a la observación empírica y a los resultados experimentales. Además, es resultado del esfuerzo individual o colectivo de investigadores escépticos y pragmáticos que basan sus conclusiones en una cuidadosa y progresiva búsqueda de evidencia objetiva que suele ser recabada por medio de múltiples experimentos que se sustentan en la aplicación del método científico (rasgo característico e inherente a la ciencia)” (Cienfuegos Velasco, 2019, párr. 4).

Teniendo en cuenta la definición anterior, nuestra investigación aplica como un método científico, porque los resultados fueron obtenidos mediante una serie de procesos de experimentación.

Para obtener la mezcla de diseño autocompactante se realizó estudios previos a la pasta, mortero y combinación de agregados finos y gruesos, con el fin de cumplir con los parámetros establecidos en el ACI – 237R-7 y con los parámetros de caracterización de Okamura y Ouchi, que brindan una serie de requisitos para la gradación adecuada de los agregados. Una vez conseguida la mezcla con los ajustes correspondientes, se procedió a evaluar el estado en fresco del concreto con los métodos de prueba que son, el flujo de caída, caja L, V – Funnel y ensayos en estado endurecido dados la resistencia a la compresión para las edades de 3, 7 y 28 días. Después de haber establecido las variables, como último paso se procedió a someter los datos al análisis estadístico para poder exponer, concluir y recomendar según sea pertinente y conforme a la investigación.

3.2. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables muestra e indica de qué manera se han descompuesto y se han medido las variables de la investigación, partiendo de lo general a lo específico. En la matriz de operacionalización de variables se especifica la definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicadores y escalas de medición de cada variable en estudio.

3.2.1. Variable independiente

- Arcilla como adición de finos

3.2.2. Variables dependientes

- Propiedades físicas (en estado fresco)
 - ⇒ Fluidez
- Propiedades mecánicas (en estado endurecido)
 - ⇒ Resistencia a la compresión

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de variables.

Tipo de variables	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Arcilla como adición de finos	“Se describe como material finos no expansivos a las arcillas, limos y residuos inertes que sobrepasen el tamiz n° 200” (Pacheco y Fuentes, 2017, p. 537).	Estudio de las proporciones en mezclas (NTP 400.012-2013, p.8).	✓ Análisis Granulométrico (pasantes de la malla n°200)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adición al 5%. ✓ Adición al 10%. ✓ Adición al 15%. 	Razón	
VARIABLES DEPENDIENTES	Propiedades físicas	Fluidez	“La fluidez no confinada describe la capacidad del CAC para fluir y llenar completamente todos los espacios dentro del encofrado, bajo su propio peso” (ACI 237R-07,2019, p. 11).	Se evalúa mediante los ensayos de extensión de flujo, cono Abrams y el embudo V (V – Funnel), en un tiempo determinado (ACI 237R-07, 2019, p. 24).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extensión de flujo. ✓ Capacidad de llenado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promedio de diámetro final (65 – 80 cm). ✓ Tiempo de 5 ± 2 (T500) ✓ Tiempo de descarga 6 – 12 s. 	Razón
		Fluidez	“La fluidez confinada se refiere a la facilidad con la que el CAC puede pasar entre varios obstáculos y espacios estrechos en el encofrado sin bloqueo” (ACI 237R-07,2019, p. 11)	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, 2019, p. 26).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se miden las alturas (h1 y h2 en cm) en los dos extremos. ✓ Se mide el factor de bloqueo FB, (h2/h1 debe ser mayor o igual que 0.80 – 1.0 ± 1 	Razón
	Propiedades mecánicas	Resistencia	“Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, se expresa en términos de esfuerzos” (Osorio, 2013, párr.13).	Se evalúa mediante ensayos sobre probetas cilíndricas (NTP 339.034-2018).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia a la compresión. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Edad de 3 días. ✓ Edad de 7 días. ✓ Edad de 28 días. 	Razón

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

“La población de estudio, es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados. Es necesario aclarar que cuando se habla de población de estudio, el término no se refiere exclusivamente a seres humanos, sino que también puede corresponder a animales, muestras biológicas, expedientes, hospitales, objetos, familias, organizaciones, etc.; para estos últimos podría ser más adecuado utilizar un término análogo, como universo de estudio” (Arias, Villasís y Miranda, 2016, párr. 4).

La población de esta investigación correspondió a la mezcla de concreto autocompactante con extensión de flujo mayor o igual a 65 cm, cuyos componentes son: cemento, agregados (finos y gruesos), aditivos, agua y adición. A continuación, se presenta las características y especificaciones de los materiales a emplear.

Cuadro 2. Características iniciales para el diseño del CAC.

Especificaciones	Característica	Valor
Aplicación o uso	Elementos con nivel de reforzamiento alto.	Concreto - Trujillo
Extensión de flujo	Mayor o igual a 65 cm.	
Tamaño máximo nominal Agregado grueso	Huso N°7	½"
Adición	Arcilla (estado natural)	5% ,10% ,15%
Aditivo	Súper plastificante Per Suplast 490 (aditivos especiales).	1.4 %
Cemento	Portland tipo I (Pacasmayo).	460 kg/m ³
Agua	Apto para consumo humano.	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra

Digamos que la muestra es un subconjunto o subgrupo de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Y todas las muestras bajo el enfoque cuantitativo deben ser representativas, es decir, se debe esclarecer el tipo de muestra y el procedimiento de muestreo (Ventura, 2017, párr.2).

El tipo de muestra se determinó como probabilística, ya que todos los elementos de nuestra población tuvieron la posibilidad de ser escogidos, además para que la muestra sea representativa de la población, se empleó la NTP 339.034, donde establece que, para una resistencia se efectúan 5 ensayos y de éstos, se elaboran 2 probetas como mínimo, teniendo un total de 120 probetas, cuyas dimensiones son de (10 x 20) cm. En base a al parámetro anterior, para los ensayos en estado fresco se realizó 3 ensayos y 2 pruebas por ensayo, obteniendo un total de 72 pruebas.

Cuadro 3. Muestra para el estudio del estado en fresco del CAC.

Métodos de prueba			
Grupos de estudio	Flujo de caída (cono)	Caja - L	V - Funnel
	Capacidad de llenado	Capacidad de paso y llenado	Capacidad de llenado
Grupo control 5% (RG ₁)	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p
Grupo control 10 % (RG ₂)	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p
Grupo control 15 % (RG ₃)	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p
Grupo patrón (RG)	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Muestra para el estudio del estado endurecido del CAC.

Extensión de flujo	Días de curado	Grupo Patrón	Adición al 5 %	Adición al 10 %	Adición al 15 %
		N°ens.→ N° prob.	N°ens.→ N° prob.	N°ens.→ N° prob.	N°ens.→ N° prob.
Mayor o igual a 65cm	3 días	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p
	7 días	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p
	28 días	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p	E ₁ → 2p E ₂ → 2p E ₃ → 2p E ₄ → 2p E ₅ → 2p

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Muestreo

“Como se comentó, los resultados de toda investigación deberían poder generalizarse en vista que no se puede estudiar al total de la población, es decir, que se puedan hacer inferencias a partir de la muestra estudiada. La mejor forma de hacerlo es que la muestra de participantes sea elegida de manera aleatoria, con el propósito que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser incluidos en el estudio. Sin embargo, esto no es posible realizarlo en todos los estudios por diferentes razones, por lo cual es necesario recurrir a los procedimientos denominados técnicos de muestreo; según la técnica de muestreo empleada podremos tener mayor o menor seguridad en cuanto a que la muestra sea representativa” (Arias, Villasís y Miranda, 2016, párr.19).

Es por ello que se empleó el criterio de marco muestral en base a la NTP 339.034, la cual nos permitió identificar los elementos con la posibilidad de enumerarlos, tanto para los ensayos en fresco como los ensayos en estado endurecido.

1. Por cada clase ($f'c$), se efectúa 5 ensayos.
2. Por cada ensayo, se elaboran 2 probetas como mínimo.
3. Por cada ensayo, se obtiene un promedio de 3 ensayos consecutivos.
4. En caso de tener una base de datos:

$$f'cp = f'c + 1.84(S) \quad \text{ó} \quad f'cp = f'c + 2.33(S) - 35$$

Dónde:

✓ S : Desviación estándar

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Gonzales Rio, “Aplicar un método de estudio, sea un método de estudio de caso, análisis de contenido, desde una perspectiva científica exige necesariamente la utilización de las técnicas de investigación definidas en el marco teórico. Dónde la observación es uno de los procedimientos que permiten la recolección de información que consiste en contemplar sistemáticamente y detenidamente cómo se desarrolla la vida de un objeto” (Pulido, 2015, p.1149).

De lo anterior se entiende que son procedimientos y reglas que al investigador permite establecer relación entre las variables de estudio, para ello, se hizo uso de la observación, ya que mediante ésta se garantizó que los procesos sean secuenciales y que se cumplan mucho antes de aplicar la técnica, con el fin de obtener datos que reflejen la realidad de estudio.

Para nuestra investigación, la técnica de observación fue estructurada, ya que se empleó métodos de prueba para los ensayos en estado fresco tanto como para el ensayo en estado endurecido, los cuales tuvieron una lista o ficha y una escala de medición respectivamente.

El ACI 237R – 07 evalúa las propiedades relacionadas al campo, desde un enfoque práctico. Por lo cual, fue importante reconocer las cuatro principales características del CAC, para que puedan ser evaluadas, las cuales son, capacidad para llenar un molde o encofrado, capacidad para fluir a través de las barras de refuerzo, resistencia a la segregación y la calidad de la superficie y acabados. Es por ello que el Comité ASTM C09.47 desarrolló métodos de prueba y especificaciones para la evaluación del CAC en estado fresco, como se detalla en la siguiente tabla.

Cuadro 5. *Métodos de prueba para medir las características en estado fresco del CAC.*

Nombre de la prueba	Categoría	Característica	¿Qué mide la prueba?
Flujo de caída (cono)	Flujo no confinado	Capacidad de llenado	Extensión del flujo
V - Funnel	Flujo no confinado	Capacidad de llenado	Tasa de flujo
Caja – L	Flujo confinado	Capacidad de paso y llenado	Relación de flujo y distancia

Fuente: ACI – 237R – 07: tabla 8.1 Métodos de prueba para medir las características del CAC.

Para los ensayos en estado endurecido se realizó la prueba de resistencia a la compresión para edades de 3,7 y 28 días.

Cabe resaltar que los ensayos y datos fueron anotados y codificados. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de calidad de la empresa de Premezclados Ken S.A.C., ubicada en el distrito de Laredo - Trujillo – La Libertad, ya que dicha institución cuenta con instrumentos y materiales que fueron de apoyo para el desarrollo de la presente investigación.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para Sampieri, Collado y Batista, hacen mención que todo instrumento de recolección de datos debe tener como características estos tres requisitos: confiabilidad, validez y objetividad (Condori y Palomares, 2018, p. 67).

Para la recolección de datos se referenció a los métodos de prueba que presenta el ACI 237R – 07 y se complementó con las directrices del EFNARC, ya que presenta de manera detallada y objetiva el desarrollo de las pruebas, los parámetros o intervalos pertinentes y brinda respaldo normativo ya que el uso de ésta es el más extendido en Europa.

3.4.2.1. Métodos de prueba para el ensayo en estado fresco del CAC

- ⇒ Flujo de asentamiento.
- ⇒ V – Funnel.
- ⇒ Caja –L.

3.4.2.2. Método de prueba para el ensayo en estado endurecido del CAC

- ⇒ Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

Para cada método mencionado se emplearon fichas de recolección de datos, los que son llamados como informes y/o reportes (EFNARC, 2006, pág. 19).

3.4.3. Validez

La validez indica la capacidad de un instrumento para medir lo que debe medir o cuán bien se refleja el constructo que se quiere estimar. Aspecto que muestra si el resultado de la medición expresa con precisión la realidad y la proporción de error sistemático de la prueba (Carvajal, 2012, Pág. 6).

Para garantizar la validez de recolección de datos sin dar pie a dudas o ambigüedades, mencionamos a los documentos que se presentaron para ser evaluados y validados por el director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

Documentos para la validación de los instrumentos de medición, ver anexo 1, se presentan documentos, formatos y gráficos de los instrumentos.

- ⇒ Carta de presentación
- ⇒ Matriz de consistencia
- ⇒ La operacionalización de las(s) variable(s) de estudio.
- ⇒ El instrumento con los parámetros respectivos, ver figuras 2, 3, 4, 5, anexo 1.

⇒ Las fichas de validación, ver figuras 6, 7, 8, 9, anexo 1.

Además, respaldamos el estudio realizado bajo requisitos y requerimientos de las normas empleadas para el desarrollo adecuado y verás.

3.4.4. Confiabilidad

Para Houser la confiabilidad puede referirse a diversos aspectos: congruencia de las mediciones en diferentes momentos de aplicación o a través del tiempo (estabilidad), congruencia de los ítems, consistencia de los resultados a partir de los ítems (consistencia interna), congruencia de los resultados en dos o más instrumentos o entre observadores (equivalencia). Además, un instrumento es confiable si la característica que mide en los sujetos es atribuible a diferencias verdaderas entre estos, y no a las características de la técnica o de quienes la administran. Documenta el grado de estabilidad entre individuos, observadores y a través del tiempo (Carvajal, 2012, Pág. 6).

Es decir, la confiabilidad del estudio se mide por el grado en el que el instrumento mide los resultados. Mediante la aplicación repetida se obtuvieron resultados iguales o similares en un determinado tiempo.

3.5. Procedimiento

Para la ejecución del diseño de mezcla del concreto autocompactante se siguió 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 con aditivo de Modificador de Viscosidad y 3. Contenido de cemento, aditivo Superplastificante y aditivo modificador de viscosidad en cantidades moderadas (se controla mediante la mezcla de agregados, baja relación a/c usando AMV). Para optimizar recursos financieros y materiales, se opta elegir la tercera premisa (ACI 237R – 07, 2019, pág. 14).

Basados en el procedimiento de dosificación de la norma mencionada anteriormente, se dio inicio con la selección de materiales. Luego se seleccionó el flujo de extensión promedio deseado de acuerdo a la aplicación del concreto. Para la selección y proporciones del agregado grueso se siguieron las pautas establecidas por Okamura. Por consiguiente, para la estimación del contenido de agregado grueso se tomó en cuenta a la norma del ACI 211.1, seguidamente en función de la extensión de flujo se estimó la cantidad de cemento. Con las acciones anteriores se dio paso a calcular el volumen de pasta y volumen de mortero con sus respectivos ensayos para determinar su adecuada trabajabilidad. Para finalizar se realizó una mezcla de prueba la cual fue evaluada según los métodos de prueba indicados con anterioridad (ACI 237R – 07, 2019, pág. 15).

Por último, al no obtener resultados dentro de los parámetros establecidos por el EFNARC para cada método de prueba, se procedió a realizar ajustes a la mezcla. Se da por concluida la preparación y se establecen como determinadas las proporciones como se indican en los resultados (EFNARC, 2006, pág.20).

3.6. Métodos de análisis

Para el análisis de la recolección de datos, se eligió el software estadístico SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales), el cual es utilizado por ser el programa estadístico más completo.

De la recolección de datos se busca analizar si las medidas de una variable son diferentes entre los niveles o grupos de otra variable. En la investigación se buscó diseñar un CAC y luego analizar este grupo de CAC sin adiciones de arcilla con el grupo de CAC con adiciones de arcilla. Para ello se empleó el método de análisis de varianza factorial (ANOVA).

3.7. Aspectos éticos

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 y la intención franca de evitar perjudicar a los elementos objeto de investigación, así como al resto de la sociedad (Alvarez, 2018, p.132).

Por ello, se tuvo cuidado que las actividades se realicen con responsabilidad, de manera sistemática y metodológica. Además, la información, datos, requisitos y parámetros presentados en la investigación son de instituciones, normas y reglamentos que realizan investigaciones serias y bajo estricto control de calidad.

Sin ir lejos de nuestra realidad, se hace referencia al Reglamento de la Universidad Cesar Vallejo y al Código ético del Ingeniero Civil, elaborado por el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), en el cual se establece todas las sanciones que serán aplicadas a las faltas de comportamiento.

Se aclara, que para el contenido de la investigación se citó y referenció debidamente, teniendo en cuenta la norma ISO 609 y 609 – 2, el cual demuestra la consideración y respeto por la propiedad de cada autor.

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

4.1.1. Ubicación:

Los agregados utilizados para el diseño de concreto autocompactante, pertenecen a las reservas de empresa de premezclados Ken S.A.C, procedente de la cantera Bauner S.A. ubicada en la carretera Panamericana Norte km 570.5 – El Milagro, Trujillo, La Libertad. (Ver Figuras 10, 11, 12, 13, 14 - anexos 7), en las que se aprecia la extracción de los agregados.

4.1.2. Resultados de los ensayos realizados al agregado grueso:

El tamaño máximo se relacionó con la calidad del agregado que se extrajo en la zona (diámetro > 4.75 mm) cumpliendo con las normas NTP 400.037 / ASTM C33. Cuando se supera un cierto límite en cuanto al volumen de agregado grueso las posibilidades de colisión o contacto entre sus partículas aumentan rápidamente y así también crece la posibilidad de producirse bloqueo cuando la mezcla pasa entre las armaduras. (Córdova, 2018, pp. 6)

1. Análisis granulométrico – NTP 400.012 / ASTM C 136

En la figura 15, se puede observar los valores retenidos en la serie de tamices, las cuales son representadas en el gráfico de la misma figura – anexo 2.

⇒ Tamaño máximo:

Del cuadro de la figura 15, se observa que la malla por la que pasa todo el agregado es la de 3/4”, siendo este valor el tamaño máximo.

⇒ Tamaño máximo nominal:

En el cuadro de la figura 15, se observa que la malla por la que se inicia el retenido es la malla de 1/2”, siendo este valor el tamaño máximo nominal.

⇒ Módulo de finura:

Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos. Los agregados que presentan un módulo de finura (valor adimensional) bajo, señalan que tienen mayor cantidad de partículas finas.

Dónde:

M.F. = Módulo de finura

% Ra = Porcentaje de retenido acumulado

$$M.F. = \frac{0 + 0 + 0 + 67.25 + 98.74 + 99.50 + 100 + 100 + 100}{100} = 6.65$$

2. Peso específico y absorción – ASTM C 128

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 16 anexo 2.

2.1. Ensayo N° 01:

A: Peso de muestra seca en el aire: 2900.10 gr.

B: Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire: 2952.50 gr

C: Peso en el agua de la muestra saturada: 1847.20 gr

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

$$Pem = \frac{2900.10}{(2952.5 - 1847.20)} = 2.62 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)}$$

$$PeSSS = \frac{2952.5}{(2952.5 - 1847.2)} = 2.67 \frac{gr}{cm^3}$$

$$Pea = \frac{A}{(A - C)}$$

$$Pea = \frac{2900.10}{(2900.10 - 1847.20)} = 2.75 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$Ab (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$Ab (\%) = \frac{2952.5 - 2900.10}{2900.10} \times 100 = 1.81\%$$

⇒ Absorción promedio (%):

2.2. Ensayo N°02:

A: Peso de muestra seca en el aire: 3003.80 gr.

B: Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire: 3060.4 gr

C: Peso en el agua de la muestra saturada: 1911.00 gr

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$P_{em} = \frac{3003.80}{(3060.4 - 1911.0)} = 2.61 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$P_{eSSS} = \frac{3060.4}{(3060.4 - 1911.0)} = 2.66 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$P_{ea} = \frac{3003.8}{(3003.8 - 1911.0)} = 2.75 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Absorción promedio (%):

$$Ab (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

$$Ab (\%) = \frac{3060.4 - 3003.8}{3003.8} \times 100 = 1.88\%$$

2.3. Valores finales (valores promediados)

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$P_{em} = \frac{2.62 + 2.61}{2} = 2.62 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$P_{eSSS} = \frac{2.67 + 2.66}{2} = 2.67 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$P_{ea} = \frac{2.75 + 2.75}{2} = 2.75 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Absorción promedio (%):

$$Ab (\%) = \frac{1.81 - 1.88}{2} = 1.85\%$$

3. Contenido de humedad de los agregados

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 17 anexo 2

$$\% \text{ humedad} = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

3.1. Ensayo N° 01:

A: Peso del tarro: 50.07 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 182.10 gr

C: Peso del tarro +suelo seco: 181.16gr

D: Peso del agua: 0.94 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{182.10 - 181.16}{181.16 - 50} \times 100 = 0.72 \%$$

3.2. Ensayo N° 02:

A: Peso del tarro: 48.64 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 157.88 gr.

C: Peso del tarro +suelo seco: 157.07 gr.

D: Peso del agua: 0.81 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{157.88 - 157.07}{157.07 - 48.64} \times 100 = 0.75 \%$$

3.3. Ensayo N° 03:

A: Peso del tarro: 48.87 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 145.70 gr.

C: Peso del tarro +suelo seco: 144.94 gr.

D: Peso del agua: 0.76 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{145.70 - 144.94}{144.94 - 48.87} \times 100 = 0.79 \%$$

3.4. Valores finales (valores promediados)

$$H (\%) = \frac{0.72 + 0.75 + 0.79}{3} = 0.75\%$$

4. Peso unitario y vacío de agregados (método suelto) / ASTM C – 29

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 18 anexo 2

$$PUS = \frac{C - A}{B}$$

4.1. Ensayo N° 01:

⇒ Peso unitario suelto

A: Peso del molde: 8583.00 gr.

B: Volumen de recipiente: 10314.00 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 23586.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 15003.00 gr

$$PUS = \frac{23586 - 8583}{10314} = 1.455 \text{ gr/cm}^3$$

4.2. Ensayo N° 02:

⇒ Peso unitario suelto

A: Peso del molde: 8583.00 gr.

B: Volumen de recipiente: 10314.00 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 23546.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 14963.00 gr

$$PUS = \frac{23546 - 8583}{10314} = 1.451 \text{ gr/cm}^3$$

4.3. Porcentaje de vacíos

A: Peso unitario del agregado: 1452.58 kg/m³

B: Peso específico de masa: 2.62 gr/cm³

C: Densidad del agua: 1000 kg/cm³

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{((B \times C) - A)}{(B \times C)} \times 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{100 * ((2.62 * 1000) - 1452.58)}{(2.62 * 1000)} = 44.53\%$$

5. Peso unitario y vacío de agregados (método compacto) / ASTM C – 29

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 19 anexo 2

$$PUC = \frac{C - A}{B}$$

5.1. Ensayo N° 01:

⇒ Peso unitario compactado

A: Peso del molde: 8583.00 gr.

B: Volumen de recipiente: 10314.00 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 24963.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 16380.00 gr

$$PUC = \frac{24963 - 8583}{10314} = 1.588 \text{ gr/cm}^3$$

5.2. Ensayo N° 02:

⇒ Peso unitario compactado

A: Peso del molde: 8583.00 gr.

B: Volumen de recipiente: 10314.00 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 25009.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 16426.00 gr

$$PUC = \frac{25009 - 8583}{10314} = 1.593 \text{ gr/cm}^3$$

5.3. Porcentaje de vacíos

A: Peso unitario del agregado: 1590.24 kg/m³

B: Peso específico de masa: 2.62 gr/cm³

C: Densidad del agua: 1000 kg/cm³

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{((B \times C) - A)}{(B \times C)} \times 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{100 * ((2.62 * 1000) - 1590.24)}{(2.62 * 1000)} = 39.27\%$$

4.1.3. Resultados de los ensayos realizados al agregado fino:

En el contexto de procedimiento de composición de la mezcla, se define a la arena como todas las partículas de tamaño superior a 0.150 mm (malla N° 100) y menor a 4.75 mm (malla N°4). Al igual que el agregado grueso, el contenido de arena se define por su densidad, su contenido de volumen óptimo en el mortero varía entre el 40% y 50%, en función de las propiedades de la pasta. Con respecto a la mezcla, el contenido de arena representa el 50-60% de la cantidad de áridos total (Carro y González, 2018, párr.58)

1. Análisis granulométrico – NTP 400.012 / ASTM C 136

En la figura 20, se puede observar los valores retenidos en la serie de tamices, las cuales son representadas en el gráfico que se encuentra del mismo documento, figura 20 anexo – 2.

⇒ Tamaño máximo:

Del cuadro en la figura 20, se observa que la malla por la que pasa todo el agregado es la de 3/8", siendo este valor el tamaño máximo.

⇒ Tamaño máximo nominal:

En el cuadro de la figura 20, se observa que la malla por la que se inicia el retenido es la malla de 8, siendo este valor el tamaño máximo nominal.

⇒ Módulo de finura:

Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos.

Los agregados que presentan un módulo de finura (valor adimensional) bajo, señalan que tienen mayor cantidad de partículas finas.

Donde:

M.F. = Módulo de finura

% Ra = Porcentaje de retenido acumulado

$$M.F. = \frac{0 + 0.54 + 9.14 + 35.66 + 63.28 + 83.48 + 94.70 + 100}{100} = 2.87$$

2. Peso específico y absorción – ASTM C 128

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 21 anexo 2

2.1. Ensayo N° 01:

A: Peso de muestra seca en el aire: 489.40 gr.

B: Peso de la fiola aforada llena de agua: 641.50 gr.

C: Peso total de la fiola aforada con la muestra y agua: 951.60 gr

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca: 500 gr

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$P_{em} = \frac{A}{(S - (C - B))}$$

$$P_{em} = \frac{489.40}{(500 - (951.60 - 641.50))} = 2.58 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$P_{eSSS} = \frac{S}{(S - (C - B))}$$

$$P_{eSSS} = \frac{500}{(500 - (951.60 - 641.50))} = 2.63 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{A}{(A - (C - B))}$$

$$Pea = \frac{489.4}{(489.4 - (951.6 - 641.5))} = 2.73 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Absorción promedio (%):

$$Ab (\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$$

$$Ab (\%) = \frac{500 - 489.4}{489.4} \times 100 = 2.17\%$$

2.2. Ensayo N°02:

A: Peso de muestra seca en el aire: 489.90 gr.

B: Peso de la fiola aforada llena de agua: 642.50 gr.

C: Peso total de la fiola aforada con la muestra y agua: 951.60 gr

S: Peso de la muestra saturada con superficie seca: 500 gr

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{A}{(S - (C - B))}$$

$$Pem = \frac{489.90}{(500 - (951.60 - 642.50))} = 2.56 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{S}{(S - (C - B))}$$

$$PeSSS = \frac{500}{(500 - (951.60 - 642.50))} = 2.61 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{A}{(A - (C - B))}$$

$$Pea = \frac{489.9}{(489.4 - (951.6 - 642.5))} = 2.70 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Absorción promedio (%):

$$Ab (\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$$

$$Ab (\%) = \frac{500 - 489.9}{489.9} \times 100 = 2.06 \%$$

2.3. Valores finales (valores promediados)

⇒ Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{2.58 + 2.56}{2} = 2.57 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{2.63 + 2.61}{2} = 2.62 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{2.73 + 2.70}{2} = 2.72 \frac{gr}{cm^3}$$

⇒ Absorción promedio (%):

$$Ab (\%) = \frac{2.17 - 2.06}{2} = 2.11 \%$$

3. Contenido de humedad de los agregados

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 22 anexo 2

$$\% \text{ humedad} = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

3.1. Ensayo N° 01:

A: Peso del tarro: 50.55 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 177.85 gr

C: Peso del tarro +suelo seco: 176.34gr

D: Peso del agua: 1.51 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{177.85 - 176.34}{176.34 - 50.55} \times 100 = 1.20 \%$$

3.2. Ensayo N° 02:

A: Peso del tarro: 50.27 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 166.91 gr.

C: Peso del tarro +suelo seco: 165.46 gr.

D: Peso del agua: 1.45 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{166.91 - 165.46}{165.46 - 50.27} \times 100 = 1.26 \%$$

3.3. Ensayo N° 03:

A: Peso del tarro: 54.97 gr.

B: Peso del tarro + suelo húmedo: 189.50 gr.

C: Peso del tarro +suelo seco: 188.07 gr.

D: Peso del agua: 1.43 gr.

$$\% \text{ humedad} = \frac{189.50 - 188.07}{188.07 - 54.97} \times 100 = 1.07 \%$$

3.4. Valores finales (valores promediados)

$$H (\%) = \frac{1.20 + 1.26 + 1.07}{3} = 1.18 \%$$

4. Peso unitario y vacío de agregados (método suelto) / ASTM C – 29

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 23 anexo 2

$$PUS = \frac{C - A}{B}$$

4.1. Ensayo N° 01:

⇒ Peso unitario suelto

A: Peso del recipiente: 4888.0 gr.

B: Volumen de recipiente: 3026.0 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 9497.0 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 4609.0 gr

$$PUS = \frac{9497.0 - 4888.0}{3026.0} = 1.523 \text{ gr/cm}^3$$

4.2. Ensayo N° 02:

⇒ Peso unitario suelto

A: Peso del molde: 4888.00 gr.

B: Volumen de recipiente: 3026.00 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 9466.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 4578.00 gr

$$PUS = \frac{9466 - 4888}{3026} = 1.513 \text{ gr/cm}^3$$

4.3. Porcentaje de vacíos

A: Peso unitario del agregado: 1517.83 kg/m³

B: Peso específico de masa: 2.57 gr/cm³

C: Densidad del agua: 1000 kg/cm³

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{((B \times C) - A)}{(B \times C)} \times 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{100 * ((2.57 * 1000) - 1517.83)}{(2.57 * 1000)} = 40.89\%$$

5. Peso unitario y vacío de agregados (método compacto) / ASTM C – 29

Se indican los valores certificados por laboratorio en la figura 24 anexo 2

$$PUC = \frac{C - A}{B}$$

5.1. Ensayo N° 01:

⇒ Peso unitario compactado

A: Peso del recipiente: 4888.0 gr.

B: Volumen de recipiente: 3026.0 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 10082.00 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 5194.0 gr

$$PUC = \frac{10082 - 4888}{3026} = 1.716 \text{ gr/cm}^3$$

5.2. Ensayo N° 02:

⇒ Peso unitario compactado

A: Peso del molde: 4888.0 gr.

B: Volumen de recipiente: 3026.0 cm³

C: Peso del suelo húmedo + recipiente: 10077.0 gr.

D: Peso del suelo húmedo: 5189.0 gr

$$PUC = \frac{10077 - 4888}{3026} = 1.715 \text{ gr/cm}^3$$

5.3. Porcentaje de vacíos

A: Peso unitario del agregado: 1715.43 kg/m³

B: Peso específico de masa: 2.57 gr/cm³

C: Densidad del agua: 1000 kg/cm³

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{(B \times C) - A}{(B \times C)} \times 100$$

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{100 * ((2.57 * 1000) - 1715.43)}{(2.57 * 1000)} = 33.19 \%$$

4.2. RESULTADOS AL ESTABLECER LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES DEL CAC

Para Fava, en el año 2003 el diseño del concreto autocompactante existen métodos como la propuesta por Okamura y Ouchi, sin embargo, al encontrar antecedentes no muy certeros, por ello, se consideró realizar el diseño con el procedimiento y los parámetros establecidos por el ACI 237R – 07, ya que está dado desde un enfoque práctico y no por métodos reológicos. El diseño del CAC, se basa en un análisis de concreto en estado fresco valorando su capacidad de autocompactabilidad y en estado endurecido verificando la resistencia a compresión, ambas propiedades son esenciales en la definición de las prestaciones de este tipo de concreto (Bustamante, 2018, pág. 12).

Para el diseño se sugieren los siguientes pasos:

1. Determinar el valor del flujo de extensión.
2. Seleccionar el agregado grueso y proporción (ACI 211.1)
3. Calcular el volumen de la pasta (0.34 a 0.40)
4. Calcular el volumen de mortero (0.60 a 0.70)
5. Realizar una mezcla de prueba por lote.
6. Evaluar según los métodos de ensayo en estado fresco
7. Ajustar las proporciones de la mezcla.

MATERIALES

- ❖ Cemento: TIPO I (uso general - Pacasmayo). Ver ficha técnica, figura 25 – anexo 3, en la cual se presentan las características del cemento y la equivalencia de las N.T.P con las ASTM.
- ❖ Aditivo: PER SUPLAST 490 (aditivo superplastificante de alto desempeño)

Ver ficha técnica 26, 27 – anexo 3, en la que se detalla las características, beneficios, datos técnicos, rendimiento y modo de aplicación.

- ❖ Adición de arcilla: para ser empleado como adición, debe pasar la malla 200, ver figura 29 – anexo 3, documento que estipula que el material pasa por la malla mencionada.

DATOS A EMPLEAR

- ❖ Ver cuadro 8 - anexo 6, en donde se muestra las características que intervienen en el diseño de mezclas.

PROCEDIMIENTO TEÓRICO PARA EL DISEÑO

PASO 1: Determinar el valor del flujo de extensión en función de la aplicación de la mezcla.

Por consiguiente, se realizó la elección del flujo en base a que el concreto autocompactante es utilizado en elementos que contienen elevadas cuantías de acero, para ellos se empleó el cuadro 9 – anexo 6. Además, los cuadros sombreados indican problemas de bloqueo.

Por lo cual se eligió un tipo de aplicación de alto nivel de reforzamiento, al que le corresponde un flujo de extensión de 55 a 65 cm.

PASO 2: Cantidad de agregado grueso, en base al ACI 211.1

Para el cálculo de la piedra se tiene en cuenta los parámetros del ACI 237R – 07:

- ❖ Categoría II: Agregado con tamaño nominal menores a 1/2"

Establece que:

- ✓ El agregado puede ser balanceado a 50% agregado grueso y 50% de agregado fino.
- ✓ Realizar ajustes G/A (grava/ arena) para encontrar las cantidades adecuadas.

Seguidamente se toma como referencia al ACI 211.1 y se realizan las operaciones según los siguientes datos:

- ❖ Módulo de finura de la arena: 2.87
- ❖ Tamaño máximo nominal piedra: 1/2"
- ❖ Peso unitario compactado de la piedra: 1590.24 kg/m³

Se ubica los valores de tamaño máximo nominal de la piedra y módulo de finura de la arena en el cuadro 10 – anexo 6.

Se procede a interpolar para encontrar le factor (b/b):

3	→	0.53
2.87	→	x
2.80	→	0.55

$$\frac{3 - 2.80}{2.87 - 2.80} = \frac{0.53 - 0.55}{x - 0.55}$$

$$2.86 = \frac{-0.02}{x - 0.55}$$

$$x = 0.54$$

Por lo tanto, el facto b/b = 0.54

❖ Peso de la piedra:

$$Pp = \left(\frac{b}{b}\right) \times Puc$$

$$Pp = 0.54 \times 1590.24 = 858.73 \text{ kg}$$

❖ Volumen de la piedra:

$$Vol.p = \frac{Pp}{Pem \times 1000}$$

$$Vol.p = \frac{858.73}{2.62 \times 1000} = 0.33 \text{ m}^3$$

Se hace regla de tres para establecer un valor dentro del rango permisible:

❖ Donde tomando como premisa inicial el volumen de la piedra debe estar dentro del 28% a 32% del volumen absoluto.

858.73 kg	→	0.33
X	→	0.30

$$X = \frac{0.30 \times 858.73 \text{ kg}}{0.33} = 780.66 \text{ kg}$$

PASO 3: Determinar el volumen de la pasta (0.34 – 0.40)

El volumen de la pasta incluye el volumen del cemento, otros polvos (adiciones), agua, aditivos y aire. Además, debe estar dentro del rango de 0.34 a 0.40. Para establecer la cantidad de cemento nos basamos en las indicaciones del ACI 237R – 07, ver cuadro 11 – anexo 6.

❖ Cantidad de cemento

El rango sugerido de la cantidad de cemento está en función de la extensión de flujo e indirectamente de la aplicación que la mezcla vaya a tener.

Como inicialmente se eligió un flujo de extensión mayor a los 65 cm se toma como cantidad base a 460 kg.

❖ Cantidad de agua para la mezcla

Tal y como se procede a realizar el cálculo de agua en función de resistencia de la relación agua – cemento:

Para establecer una relación de agua cemento se promedió los extremos de los rangos permisibles, obteniendo lo siguiente:

$$R \frac{A}{C} = \frac{0.32 + 0.40}{2} = 0.36$$

Cantidad de agua para la mezcla:

$$A = (a/c) \times \text{cantidad de cemento}$$

$$A = 0.36 \times 460 \text{ kg} = 165.6 \text{ Kg}$$

❖ Cantidad de aditivo para la mezcla:

Se optó por tomar los extremos y sacar un promedio, para luego determinar la cantidad del aditivo en base al peso del cemento, los valores se indican en la ficha técnica, ver figura 26, 27 – anexo 3.

$$Aditivo = \frac{1\% + 2.5\%}{2} = 1.75\%$$

Peso de aditivo:

$$Paditivo = 1.75\% \text{ del peso del cemento}$$

$$P \text{ aditivo} = 1.75\% \times 460 \text{ kg} = 8.05 \text{ kg}$$

❖ Aire para la mezcla:

El porcentaje de aire atrapado está en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso, tal como lo indica el ACI 211.1, ver cuadro 12 – anexo 6.

Para el diseño de mezcla le corresponde un porcentaje de aire del 2.5%.

❖ Se comprueba si el volumen de la pasta cumple con el rango (0.34 – 0.40).

En el caso del volumen de la pasta se considerará al agua, cemento, aire, aditivo, las adiciones, se aplicarán como producto adicional a la mezcla de diseño patrón en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Para obtener el volumen de los materiales se emplea la siguiente expresión:

$$Vol \text{ mat} = P_{material} / (P_{em} \times 1000)$$

✓ Vol. Agua	$165.6 / (1 \times 1000) = 0.165$	16.56%
✓ Vol. Cemento	$460 / (3.11 \times 1000) = 0.147$	14.79%
✓ Aire	$2.5 / 100 = 0.025$	2.5%
✓ Vol. aditivo	$8.05 / (1.06 \times 1000) = 0.008$	0.76%
Total de vol.	Si cumple con el rango	34.61 %

Determinamos que el volumen teórico está dentro del rango establecido por el ACI.

PASO 4:

El volumen del mortero es el volumen de la pasta más el agregado fino, para ello se debe determinar el volumen de la arena.

✓ Vol. Agua :	$165.6/(1 \times 1000) = 0.165$	16.56%
✓ Vol. Cemento :	$460/(3.11 \times 1000) = 0.147$	14.79%
✓ Aire contenido	$2.5/100 = 0.025$	2.50%
✓ Vol. Piedra :	$780.66/(2.62 \times 1000) = 0.298$	29.80%
✓ Vol. Aditivo :	$8.05/(1.06 \times 1000) = 0.008$	0.76%
<hr/>		
Total de vol.	Si cumple con el rango	64.41 %
<hr/>		

❖ Cantidad de agregado fino

$$1m^3 = vol\ pasta + agregado\ fino + agregado\ grueso$$

$$Agregado\ fino = 1\ m^3 - (volumen\ pasta + agregado\ grueso)$$

$$Agregado\ fino = 1m^3 - (0.64)m^3 = 0.36\ m^3$$

❖ Peso de la arena despejando de la expresión:

$$Vol\ mat = P_{material}/(P_{em} \times 1000)$$

$$P_{material} = Vol\ material \times (P_{em} \times 1000)$$

$$P_{arena} = 0.36 \times (2.57 \times 1000) = 925.2\ kg$$

❖ Se comprueba si el volumen del mortero cumple con el rango permisible (0.60 - 0.70).

✓ Vol. Agua :	$165.6/(1 \times 1000) = 0.165$	16.56%
✓ Vol. Cemento :	$460/(3.11 \times 1000) = 0.147$	14.79%
✓ Aire contenido	$2.5/100 = 0.025$	2.50%
✓ Vol. Arena :	$925.2/(2.57 \times 1000) = 0.36$	36.00%
✓ Vol. Aditivo :	$8.05/(1.06 \times 1000) = 0.008$	0.76%
<hr/>		
Total de vol.	Si cumple con el rango	70.61 %
<hr/>		

Se observa que hay un excedente de 0.61%, sin embargo, se considera el diseño teórico óptimo para que sea evaluado por los ensayos en fresco y según los resultados establecer un ajuste.

PASO 5: Realizar una mezcla de prueba por lote

Para realizar la mezcla en sí, se requiere de hacer las correcciones por humedad y absorción, como se presenta a continuación, para lo cual se requerirá los datos siguientes:

- ❖ Peso de la piedra: 780.66 kg
- ❖ Peso de la arena: 925.2 kg
- ❖ Contenido de humedad de la piedra (H%): 0.75%
- ❖ Contenido de humedad de la arena (H%): 1.18%
- ❖ Porcentaje de absorción de la piedra (Abs%): 1.85%
- ❖ Porcentaje de absorción de la arena (Abs%): 2.11%

Corrección por humedad:

Se realiza las correcciones por humedad empleando la siguiente expresión:

$$Pa \times (1 + (H\%/100))$$

- ❖ Arena (C): $925.2 \times (1 + (1.18/100)) = 936.12 \text{ kg}$
- ❖ Piedra(C): $780.66 \times (1 + (0.75/100)) = 786.51 \text{ kg}$

Aporte de agua a los agregados:

Para el aporte de agua se hace uso del porcentaje de absorción de los agregados y del contenido de humedad, para ello se emplea la siguiente expresión:

$$Pa \times (H\% - Abs\%)/100$$

$$\diamond \text{ Arena (AL): } 925.2 \times (1.18 - 2.11)/100 = -8.60$$

$$\diamond \text{ Piedra (AL): } 780.66 \times (0.75 - 1.85)/100 = -8.59$$

Agua para el diseño de mezcla:

Es la cantidad de agua establecida por la relación agua – cemento menos el aporte de agua de los agregados.

$$\diamond \text{ Agua inicial: } 165.6 \text{ kg}$$

$$\diamond \text{ Agua de diseño: } 165.6 - (-8.60 - 8.59) = 182.79 \text{ kg}$$

Cálculo de las proporciones por m³

	Pesos secos	Pesos en obra
Cemento:	460.00 kg	460.00 kg
Agua:	165.60 kg	182.79 kg
Arena:	925.2 kg	936.12 kg
Piedra:	780.66 kg	786.51 kg
Aditivo:	(1.75%) 8.05 kg	8.05 kg

Cálculo para una tanda de 25 L (mezcla prueba de lote)

Este cálculo se realiza a partir de una regla de tres simple, si se sabe que en 1m³ de mezcla hay 1000 L. Entonces se procede a realizar la relación para cada materia con las cantidades que corresponden a los pesos en obra, ya que son las cantidades corregidas, obteniendo los siguientes resultados.

	Pesos en obra 1m³	Pesos para tanda de 25 L
Cemento:	460 kg	11.5 kg
Agua:	182.79 kg	4.57 kg
Arena:	936.12 kg	23.40 kg

Piedra:	786.51 kg	19.66 kg
Aditivo:	8.05 kg	0.20kg

Seguidamente se procede a realizar el peso de cada material, con el fin de realizar la combinación de los materiales.

Se realiza el mezclado de los materiales, en este paso hay que tener en cuenta que primero se añadió el agregado grueso y fino, se deja mezclar y seguidamente se adiciona parte de la cantidad del agua, para luego verter el cemento y se va adicionando agua más el aditivo. Se debe tomar en cuenta la ficha técnica del aditivo ya que éste producto tiene un tiempo de mezclado para que pueda reaccionar con los materiales, ver la figura 30 – anexo 7, en esta imagen se puede apreciar una apariencia grumosa, como si se formaran bolas separadas entre ellas, sin embargo, es indicador de reacción del aditivo.

PASO 6: Evaluar la mezcla realizada según los métodos de ensayo.

Una vez realizada la mezcla se procedió a evaluar los ensayos en fresco para determinar si el diseño de mezcla cumple con las características adecuadas que debe tener un diseño de concreto autocompactante. Para ello se procede a realizar el primer ensayo, llamado extensión de flujo, el cual se realiza con el cono de Abrams invertido. Los procedimientos para cada ensayo se indican en ítem 3.3. Una vez realizado el ensayo, observamos que la mezcla inmediatamente se inicia a separar, siendo éste, un indicador de segregación como se deja ver en la figura 31 – anexo 7, en donde se interpreta que hay exceso de agua.

Además, el tiempo transcurrido fue de 3 segundos, cuya interpretación es acorde con la apariencia y comportamiento de la mezcla.

Para ello se procede a realizar ajustes a la mezcla, pero no volviendo a realizar un diseño teórico, si no, con los pesos corregidos se puede ajustar la cantidad de agregados o puede ser que intervenga la cantidad de aditivo y la cantidad de agua.

PASO 7:

En este paso, se procedió a realizar ensayos desde el inicio, con el fin de encontrar la característica común que primara y así poder realizar los ajustes.

A continuación, se presenta los diseños teóricos fallidos realizados, ver cuadro 13 – anexos 6.

En los diseños señalados en la tabla anterior, se obtuvieron las siguientes características:

❖ Primer diseño:

En este diseño se obtuvo una mezcla seca, con grumos haciendo que la mezcla no tenga la fluidez adecuada.

❖ Segundo diseño:

Se decidió incrementar la cantidad de agua y el porcentaje de aditivo, obtuvo una mezcla más fluida, sin embargo, al presentar mejoría en la trabajabilidad perdió viscosidad generando segregación, lo cual fue indicador de presentar exceso de agua, ver figura 32 – anexo 7.

❖ Tercer diseño:

Se procedió a disminuir la cantidad de cemento, disminuir la cantidad de agua e incrementar el porcentaje de aditivo, sin embargo, se siguió obteniendo una mezcla con segregación instantánea, haciendo que los agregados se asentaran y se forme una masa compacta, cuya característica nos conllevó a realizar ajustes en el agregado grueso y fino, ver figura 33 – anexo 7.

❖ Cuarto diseño:

En el cuarto diseño se obtuvo una mezcla fluida, sin embargo, al momento de realizar el ensayo del cono de Abrams no mostró la capacidad de fluir, pero sí autocompactarse por su propio peso sin presentar indicios de

segregación, por lo que se optó por realizar ajustes a partir de este diseño, ver figura 34 – anexo 7.

ENSAYO N° 01 CON AJUSTES EN LA MEZCLA

- ❖ Se realizó el ajuste a los agregados ya que era notorio la presencia de excesivo agregado grueso. Entonces el ajuste realizado fue en la relación de agregados, es decir del total de agregados se puso el 45.51% para piedra y el 54.49% para arena. Y se aumentó la dosis de aditivo, ver cuadro 14 – anexo 6.
- ❖ Se procede a realizar el ensayo para el mortero, para una mezcla de 2.5 L. En donde se sabe que el flujo debe estar de 24 cm a 26 cm al realizar el ensayo del mini cono, ver figura 03 – anexo 1. En el cual se obtuvo $d_1=29$ cm y $d_2=34$ cm, del cual se obtiene un promedio de 31.5 cm. Indicando que la mezcla presenta posibles indicios de segregación, ver figuras 35, 36, 37 – anexo 7.
- ❖ Además, para comprobar si la capacidad de fluidez va en relación a los tiempos permisibles se realiza el ensayo con la mini V Funnel, ver figura 3 – anexo 1. Obteniendo un tiempo de 3 segundos, cuyo valor indica que se debe disminuir la relación agua – cemento, ver figura 38 – anexo 7.
- ❖ Sin embargo, se procede a realizar el ensayo en la mezcla, para obtener un resultado verás, obteniendo una mezcla fluida, con presencia de ebullición lo cual indica exceso de aditivo, ver figura 39 – anexo 7, una mezcla con porcentajes de sobredosis de aditivo hace que la mezcla no tenga un fraguado natural, haciendo que ésta se mantenga en el estado plástico indefinidamente. Concluyendo que se requiere realizar ajustes en la cantidad de los materiales, ya que al segregar aún se observa incidencias altas de piedra, ver figura 40 – anexo 7.

ENSAYO N°02 CON AJUSTES EN LA MEZCLA

- ❖ Como del diseño anterior se presencié exceso de piedra se procede a reducir a las siguientes relaciones 57% de arena y 43% de piedra.

Disminuyendo 0.1% de aditivo y para tener una fluidez adecuada el agua se fue midiendo conforme al tiempo de reacción del aditivo, de la cual se obtuvo la mezcla optima, cuyos resultados son los que se encuentran en el cuadro 15 – anexo 6.

- ❖ La mezcla queda definida con los valores presentados en el ensayo 02 con ajustes, ya que cumple con la capacidad de fluidez dentro del tiempo correspondiente según las directrices del EFNARC.
- ❖ El procedimiento para encontrar los valores iniciales corresponde al procedimiento del diseño teórico.
- ❖ Cálculo de las proporciones en peso por m³, del cuadro 16 – anexo 6 se realizan los cálculos para establecer las proporciones en peso.

$$C : A : P : \frac{A}{C}$$

$$\frac{460}{460} : \frac{971.508}{460} : \frac{732.89}{460} : \frac{183}{460}$$

$$1 : 2.112 : 1.593 : 0.40$$

- ❖ Cálculo de las proporciones en volumen

$$Vol.arena = peso\ de\ la\ arena\ corregido \times \frac{35.31}{PUS\ piedra}$$

$$Vol.piedra = peso\ de\ lapiedra\ corregido \times \frac{35.31}{PUS\ piedra}$$

Materiales por bolsa de cemento, se indican en el cuadro 16 – anexo 6.

- ❖ Entonces queda establecida las cantidades para el diseño de mezcla del CAC, seguidamente se procede a calcular las cantidades del peso del cemento la adición a emplear, ver cuadro 17 – anexo 6. Así como establecer los pesos para una tanda de 25 L, ver figuras 41, 42, 43,44 ,45, 46, 47, 48 – anexo 07, una vez pesadas se realiza a hacer el

mezclado correspondiente, ver figuras 49, 50, 51, 52, 53 – anexo 7 y realizar los ensayos pertinentes tal como se indican en el apartado 3.3.

4.3. RESULTADOS AL EVALUAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CAC, EXTENSIÓN DE FLUJO, CAPACIDAD DE LLENADO Y LA CAPACIDAD DE PASO

4.3.1. FLUIDEZ NO CONFINADA

Fluidez no confinada (capacidad de llenado y extensión de flujo) sirven para describir la capacidad que tiene el concreto autocompactante en llenar y fluir completamente todos los espacios dentro de los elementos estructurales ya encofrados, se desplaza bajo su propio peso. Esta propiedad es de gran importancia, controla la fluidez con la que el concreto autocompactante se desplaza a una cierta velocidad, así como también determina el espacio entre los puntos de llenado (Comité ACI, 2019, p.9).

Para obtener los resultados de fluidez no confinada de la mezcla de concreto, se tuvo que realizar pruebas con dos tipos de ensayo, los cuales son:

❖ ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO (CONO DE ABRAMS)

Según Comité ACI, el Cono de Abrams invertido, el cual mide el flujo de asentamiento de la mezcla sin obstáculos, su procedimiento de ensayo es similar al de concreto con caída convencional. De este ensayo se obtienen medidas horizontales a lo largo de toda la extensión de la mezcla y el tiempo que demora en llegar a los 50 cm de diámetro; todo esto se realiza sobre una plancha de material no absorbente (Comité ACI, 2019, p.10).

Información recolectada

- Diámetro máximo de la mezcla al esparcirse.
- Tiempo que tarda la mezcla en alcanzar los 50 cm de diámetro. Ver cuadro 18 – anexo 6.

Equipos

- Cono de asentamiento ASTM C143/ C 143M, ver la figura 2 – anexo 1.
- Plancha de material no absorbente con medidas de 70 cm a más por cada lado, con diámetros marcado desde el punto medio a 20 y 50 cm, ver
- Cuchara metálica.
- Wincha con cinta de acero.
- Cronómetro.
- Nivel de mano.
- Guantes de lona.

Procedimiento

- Obtener la mezcla óptima para realizar el ensayo.
- Humedecer la cuchara, la plancha metálica y el cono de asentamiento sin dejar agua libre en su superficie, ver figura 54 – anexo 7.
- Asegura que el cono de asentamiento este nivelado y fijado en el punto medio de la plancha metálica, ver figura 54, 55 – anexo 7.
- Realizar el llenado de mezcla al cono de asentamiento a una sola capa, sin aplicar ninguna clase de compactación, ver figura 56 – anexo 7.
- Limpiar los restos de mezcla que se encuentren alrededor o hayan caído a la plancha metálica.
- Alzar el cono de asentamiento en forma vertical y dejar que la mezcla se desplace libremente.

- Al mismo tiempo en simultaneidad, controlar el tiempo que tarda la mezcla en alcanzar los 50 cm de diámetro marcados en la plancha metálica.
- Medir los diámetros alcanzados en las dos direcciones perpendiculares para obtener el diámetro máximo, que será el promedio de ambas.
- Observar la mezcla y reconocer si existe o hay presencia de segregación.

Base de datos

1. Ensayo de extensión de flujo de la mezcla CAC (Grupo patrón – RG).

Ver figuras 57, 58, 59 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, además los datos validados se encuentran en la figura 60 – anexo 4.

Cuadro 19. Resultados de ensayo de extensión de flujo.

Extensión de Flujo					Cono de Abrams	
N°	Grupo	Fecha	d1 (cm)	d2 (cm)	Promedio (cm)	Tiempo (seg)
E1	Patrón	28/11/2019	66.00	64.00	65.00	5.51
	Patrón	28/11/2019	65.00	64.50	64.75	5.23
	Promedios =				64.88	5.37
E2	Patrón	28/11/2019	65.50	65.00	65.25	5.99
	Patrón	28/11/2019	65.80	66.00	65.90	6.02
	Promedios =				65.58	6.01
E3	Patrón	28/11/2019	60.40	61.20	60.80	5.36
	Patrón	28/11/2019	63.00	64.00	63.50	6.44
	Promedios =				62.15	5.90

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Resultados de ensayo de extensión de flujo.

N° de Ensayo	Cono de Abrams	
	Diámetro (cm)	Tiempo (seg)
E1	64.88	5.37
E2	65.58	6.01
E3	62.15	5.90

Fuente: Elaboración propia

2. Ensayo de extensión de flujo de la mezcla CAC (Grupo control – RG1 al 5 %).

Ver figuras 61, 62 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, además los datos validados se encuentran en la figura 60 – anexo 4.

Cuadro 21. Resultados de ensayo de extensión de flujo al 5% de adición.

N°	Extensión de Flujo					Cono de Abrams	
	Grupo	Adición	Fecha	d1 (cm)	d2 (cm)	D máx. (cm)	Tiempo (s)
E1	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	62.00	62.00	62.00	6.67
	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	62.20	61.50	61.85	5.49
	Promedios =						61.93
E2	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	61.40	61.40	61.40	6.01
	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	61.50	61.00	61.25	5.72
	Promedios =						61.33
E3	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	60.50	61.00	60.75	5.15
	RG1 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	62.30	62.50	62.40	6.12
	Promedios =						61.58

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Resultados promedios de ensayo de extensión de flujo al 5% de adición.

Instrumentos		Cono de Abrams	
N°	Elemento	Diámetro (cm)	Tiempo (s)
E1	Finos de arcilla al 5%	61.93	6.08
E2	Finos de arcilla al 5%	61.33	5.87
E3	Finos de arcilla al 5%	61.58	5.64

Fuente: Elaboración propia

3. Ensayo de extensión de flujo de la mezcla CAC (Grupo control – RG2 al 10 %).

Ver figuras 63, 64, 65 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, además los datos validados se encuentran en la figura 60 – anexo 4.

Cuadro 23. Resultados de ensayo de extensión de flujo al 10% de adición.

Extensión de Flujo						Cono de Abrams	
N°	Grupo	Adición	Fecha	d1 (cm)	d2 (cm)	D máx. (cm)	Tiempo (s)
E1	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	58.50	57.00	57.75	7.24
	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	60.00	60.00	60.00	8.67
	Promedios =						58.88
E2	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	57.80	58.00	57.90	8.56
	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	60.50	60.00	60.25	9.01
	Promedios =						59.08
E3	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	58.00	59.00	58.50	7.21
	RG2 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	55.00	50.00	52.50	7.69
	Promedios =						55.50

Fuete: Elaboración propia

Cuadro 24. *Resultados promedios de ensayo de extensión de flujo al 10% de adición.*

Instrumentos		Cono de Abrams	
N°	Elemento	Diámetro (cm)	Tiempo (s)
E1	Finos de arcilla al 10%	58.88	7.96
E2	Finos de arcilla al 10%	59.08	8.79
E3	Finos de arcilla al 10%	55.50	7.45

Fuete: Elaboración propia

4. Ensayo de extensión de flujo de la mezcla CAC (Grupo control – RG3 al 15 %).

Ver figuras 66, 67, 68 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, además los datos validados se encuentran en la figura 60 – anexo 4.

Cuadro 25. *Resultados promedios de ensayo de extensión de flujo al 15% de adición.*

N°	Extensión de flujo					Cono de Abrams	
	Grupo	Adición	Fecha	d1 (cm)	d2 (cm)	D máx. (cm)	Tiempo (seg)
E1	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	39.00	38.00	38.50	21.81
	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	36.80	37.00	36.90	20.06
	Promedios =					37.70	20.94
E2	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	35.40	36.00	35.70	22.20
	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	38.50	37.00	37.75	21.78
	Promedios =					36.73	21.99
E3	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	39.50	39.50	39.50	23.18
	RG3 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	37.00	38.00	37.50	22.58
	Promedios =					38.50	22.88

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 26. *Resultados promedios de ensayo de extensión de flujo al 15% de adición.*

Instrumento		Cono de Abrams	
N°	Elemento	Diámetro (cm)	Tiempo (seg)
E1	Finos de arcilla al 15%	37.70	20.94
E2	Finos de arcilla al 15%	36.73	21.99
E3	Finos de arcilla al 15%	38.50	22.88

Fuente: Elaboración propia.

❖ ENSAYO DE V-FUNNEL (EMBUDO V)

El ensayo del embudo en V es utilizado para calcular la viscosidad y la capacidad de llenado del hormigón autocompactable. También se puede medir visualmente la presencia de segregación. (Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante EFNARC, 2006, p.54).

Este ensayo descrito se utiliza para determinar la capacidad de relleno (fluidez) del concreto con un tamaño de agregado máximo de 20 mm. El embudo se llena con aproximadamente 12 litros de concreto y se mide el tiempo necesario para fluir a través del aparato (Sosa, 2017, p.79).

Información recolectada

- Se puede definir si hay o no presencia de segregación, mediante la observación.
- El tiempo que tarda la mezcla para completar su descarga, ver cuadro 18 – anexo 6.

Equipos

- Embudo en forma V con las dimensiones que se muestra en la figura 4 anexo 1.

- Tener incorporada una pequeña compuerta de material no absorbente en su base.
- Disponer de una plataforma de tal modo que permita que la parte superior se encuentre horizontalmente alineada.
- Cuchara metálica.
- Recipiente de material no absorbente para almacenar la muestra.
- Barra metálica para enrasar el hormigón al nivel de la parte superior del embudo.
- Cronómetro.
- Nivel de mano.
- Guantes de lona.

Procedimiento

- Humedecer el embudo y la compuerta de la base sin dejar agua libre en su superficie.
- Asegurar la compuerta para evitar cualquier escurrimiento de la mezcla.
- Fijar y nivelar la parte superior del embudo.
- Colocar un recipiente por debajo de este para recolectar las muestras.
- Empezar a llenar el embudo con la mezcla de concreto sin compactación alguna.
- Enrasar con la varilla metálica la parte superior del embudo con la superficie del hormigón para fines de igualar el nivel de ambos.

- Dejar en reposo la mezcla de concreto en un tiempo de 10 ± 2 segundos.
- Abrir la compuerta y tomar el tiempo desde el inicio de la apertura de la compuerta, hasta que se pueda ver por primera vez la luz que entra verticalmente a través del embudo al interior del recipiente, ver figura 70 – anexo 7.
- Para un procedimiento completo y también medir la segregación, se realiza el mismo procedimiento, pero en este punto la mezcla se deja reposar por 5 minutos y luego se aplica la descarga.

Base de datos

1. Ensayo de V-Funnel de la mezcla de CAC (Grupo patrón - RG).

Ver figura 70, 71 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, es decir en el tiempo se refleja una mezcla fluida, además los datos validados se encuentran en la figura 69 – anexo 4.

Cuadro 27. Resultados de ensayo de V- Funnel.

N°	Capacidad de llenado		V-Funnel
	Grupo	Fecha	Tiempo (s)
E1	RG	28/11/2019	10.70
	RG	28/11/2019	10.20
	Promedios =		10.45
E2	RG	28/11/2019	9.95
	RG	28/11/2019	10.68
	Promedios =		10.32
E3	RG	28/11/2019	9.67
	RG	28/11/2019	10.77
	Promedios =		10.22

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 28. Resultados promedios del ensayo de V- Funnel.

N° de Ensayo	V-Funnel
	Tiempo (s)
E1	10.45
E2	10.32
E3	10.22

Fuente: Elaboración propia.

2. Ensayo de V – Funnel de la mezcla CAC (Grupo control – RG1 al 5 %).

Ver figura 72 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, se presencia una mezcla menos fluida que el grupo patrón, además los datos validados se encuentran en la figura 69 – anexo 4.

Cuadro 29. Resultados de ensayo de V- Funnel de CAC al 5% de adición.

Capacidad de llenado				V-Funnel
N°	Grupo	Adición	Fecha	Tiempo (s)
E1	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	11.62
	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	11.39
	Promedios =			11.51
E2	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	10.58
	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	11.96
	Promedios =			11.27
E3	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.01
	RG1 al 5%	Finos de arcilla	28/11/2019	11.43
	Promedios =			11.72

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 30. Resultados promedios de ensayo de V- Funnel de CAC al 5% de adición.

N° de Ensayo	Instrumento	V-Funnel
	Elemento	Tiempo (s)
E1	Finos de arcilla al 5%	11.51
E2	Finos de arcilla al 5%	11.27
E3	Finos de arcilla al 5%	11.72

Fuente: Elaboración propia.

3. Ensayo de V – Funnel de la mezcla CAC (Grupo control – RG2 al 10 %).

Ver figura 73 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, se presencia una mezcla más espesa sin cumplir con los parámetros requeridos, además los datos validados se encuentran en la figura 69 – anexo 4.

Cuadro 31. Resultados de ensayo de V- Funnel de CAC al 10% de adición.

Capacidad de llenado				V-Funnel
N°	Grupo	Adición	Fecha	Tiempo (s)
E1	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.28
	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.35
	Promedios =			12.32
E2	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.86
	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.67
	Promedios =			12.77
E3	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	12.94
	RG1 al 10%	Finos de arcilla	28/11/2019	11.48
	Promedios =			12.21

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 32. Resultados promedios del ensayo de V- Funnel de CAC al 10% de adición.

N° de Ensayo	Instrumento	V-Funnel
	Elemento	Tiempo (s)
E1	Finos de arcilla al 10%	12.32
E2	Finos de arcilla al 10%	12.77
E3	Finos de arcilla al 10%	12.21

Fuente: Elaboración propia.

4. Ensayo de V – Funnel de la mezcla CAC (Grupo control – RG3 al 15 %).

Ver figura 74 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, se presencia una mezcla espesa sin cumplir con los parámetros requeridos, además los datos validados se encuentran en la figura 69 – anexo 4.

Cuadro 33. Resultados de ensayo de V- Funnel de CAC al 15% de adición.

Capacidad de llenado				V-Funnel
N°	Grupo	Adición	Fecha	Tiempo (s)
E1	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	38.09
	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	35.67
	Promedios =			36.88
E2	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	36.79
	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	35.47
	Promedios =			36.13
E3	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	38.21
	RG1 al 15%	Finos de arcilla	28/11/2019	37.62
	Promedios =			37.92

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 34. *Resultados promedios de ensayo de V-Funnel de CAC al 15% de adición.*

N° de Ensayo	Instrumento	V-Funnel
	Elemento	Tiempo (s)
E1	Finos de arcilla al 15%	36.88
E2	Finos de arcilla al 15%	36.13
E3	Finos de arcilla al 15%	37.92

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. FLUIDEZ CONFINADA

Fluidez confinada se refiere a la facilidad con la que el hormigón puede pasar entre varios obstáculos y espacios estrechos en el encofrado sin bloqueo. El bloqueo se refiere a la condición que puede surgir de un problema local en la segregación total junto a los obstáculos que dar lugar a enclavamientos y bloqueos del flujo en ausencia de cualquier vibración mecánica. (ACI, 2019, p.9).

❖ ENSAYO DE CAPACIDAD DE PASO (CAJA L)

“De acuerdo con los estándares de las EFNARC, el ensayo de la caja en L se usa para calcular la capacidad de paso de la mezcla que fluye a través de aperturas estrechas, incluyendo el espaciado entre las barras de armadura y otras obstrucciones, sin segregación ni atasco. Existen dos variantes, el ensayo de 2 y de 3 obstáculos de barras, siendo el ensayo de 3 barras el que simula un armado más denso”. (Silva y Delvasto, 2018, p. 511), ver figura 5 anexo 1.

El ensayo de capacidad de paso mide el factor bloqueo (FB), que presenta la mezcla al desplazarse entre los obstáculos simulando el acero del hormigón armado.

Información recolectada

- Distancias verticales en el punto final e inicial (cerca de la compuerta) de la parte horizontal de la caja L.
- El tiempo en que tarda la mezcla en alcanza la parte final se la superficie horizontal de la caja L; ver cuadro 18 – anexo 6.

Equipos

- Distancias verticales en el punto final e inicial (cerca de la compuerta) de la parte horizontal de la caja L.
- El tiempo en que tarda la mezcla en alcanza la parte final se la superficie horizontal de la caja L.
- Distancias verticales en el punto final e inicial (cerca de la compuerta) de la parte horizontal de la caja L.
- El tiempo en que tarda la mezcla en alcanza la parte final se la superficie horizontal de la caja L.

Procedimiento

- Se recomienda que el molde sea de acero.
- Ubicar la caja L en una superficie horizontal.
- Cerrar las compuertas para proceder al llenado de mezcla en el molde, ver figura 75 – anexo 7.
- Verter el hormigón del trompo a la tolva de la caja L con la cuchara metálica, ver figura 76 – anexo 7.
- Dejar reposar 1 minuto \pm 10 segundos.
- Anotar cualquier aparición de segregación.

- Subir la compuerta para que la mezcla fluya hacia toda la parte horizontal de la caja L.
- Controlar el tiempo que tarda en desplazarse la mezcla al punto final de la parte horizontal de la caja L.
- Cuando la mezcla se encuentre en reposo medir la distancia vertical al final de la sección horizontal y la parte superior de la sección horizontal de la caja en tres posiciones igualmente espaciadas a través del ancho de la caja.
- Calcular las diferencias de elevaciones con las alturas ya obtenidas, estas tres medidas se usan para calcular la profundidad media del hormigón como H2 cm.
- Se realiza el mismo procedimiento para la parte inicial que se encuentra en la parte de la compuerta definida como H1 cm.
- Se expresa el factor bloqueo con la siguiente expresión $FB=H2/H1$.

Base de datos

1. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla de CAC (Grupo patrón - RG).

Ver figura 78 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, notándose la capacidad de la mezcla para pasar y fluir entre las barras. Ver figuras 79, 80 – anexo 7, se observan las medidas empleadas para el factor bloqueo. Los resultados fueron debidamente calificados y validados como se indica en la figura 77 – anexo 4.

Cuadro 35. Resultados del ensayo de capacidad de paso de CAC.

Capacidad de Paso					Caja en L
N°	Grupo	Fecha	H1 (cm)	H2 (cm)	FB
E1	Patrón	30/11/2019	10.50	7.90	0.75
	Patrón	30/11/2019	13.30	9.00	0.68
	Promedios =				
E2	Patrón	30/11/2019	10.50	8.80	0.84
	Patrón	28/11/2019	10.00	7.30	0.73
	Promedios =				
E3	Patrón	30/11/2019	11.40	7.70	0.68
	Patrón	30/11/2019	10.80	8.00	0.74
	Promedios =				

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 36. Resultados promedios del ensayo de capacidad de paso de CAC

N° de Ensayo	Caja en L
	Capacidad de Paso
E1	0.72
E2	0.80
E3	0.71

Fuente: Elaboración propia.

2. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG1 al 5 %).

Ver figura 81 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, notándose la capacidad de la mezcla para pasar y fluir entre las barras. Ver figuras 82, 83 – anexo 7, se observan las medidas empleadas para el factor bloqueo. Los resultados fueron debidamente calificados y validados como se indica en la figura 77 – anexo 4.

Cuadro 37. Resultados del ensayo de capacidad de paso al 5% de adición.

Capacidad de Paso						Caja en L
N°	Grupo	Adición	Fecha	H1 (cm)	H2 (cm)	FB
E1	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.60	7.50	0.60
	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.80	8.90	0.70
	Promedios =					0.65
E2	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.50	8.20	0.66
	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.00	7.50	0.63
	Promedios =					0.65
E3	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.60	7.80	0.62
	RG1 5%	Finos de arcilla	30/11/2019	12.60	7.50	0.60
	Promedios =					0.61

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 38. Resultados promedios del ensayo de capacidad de paso al 5% de adición.

Instrumentos		Caja en L
N°	Elemento	Capacidad de Paso (cm)
E1	Finos de arcilla al 5%	0.65
E2	Finos de arcilla al 5%	0.65
E3	Finos de arcilla al 5%	0.61

Fuente: Elaboración propia.

3. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG2 al 10 %).

Ver figura 84 – anexo7, en donde se observan las características de la mezcla, notándose la capacidad de la mezcla para pasar y fluir entre las barras. Ver figuras 85, 86 – anexo 7, se observan las medidas empleadas

para el factor bloqueo. Los resultados fueron debidamente calificados y validados como se indica en la figura 77 – anexo 4.

Cuadro 39. Resultados del ensayo de capacidad de paso al 10% de adición.

Capacidad de Paso						Caja en L
N°	Grupo	Adición	Fecha	H1 (cm)	H2 (cm)	FB (cm)
E1	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	42.00	2.50	0.06
	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	34.00	1.00	0.03
	Promedios =					0.05
E2	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	37.00	4.50	0.12
	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	40.50	2.50	0.06
	Promedios =					0.09
E3	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	37.00	3.80	0.10
	RG1 10%	Finos de arcilla	30/11/2019	41.70	2.10	0.05
	Promedios =					0.08

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 40. Resultados promedios del ensayo de capacidad de paso al 10% de adición.

Instrumentos		Caja en L
N°	Elemento	Capacidad de Paso (cm)
E1	Finos de arcilla al 10%	0.05
E2	Finos de arcilla al 10%	0.09
E3	Finos de arcilla al 10%	0.08

Fuente: Elaboración propia.

4. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG3 al 15 %).

Ver figura 87 – anexo 7, en donde se observan las características de la mezcla, notándose la capacidad de la mezcla para pasar y fluir entre las

barras. Ver figuras 88, 89 – anexo 7, se observan las medidas empleadas para el factor bloqueo. Los resultados fueron debidamente calificados y validados como se indica en la figura 77 – anexo 4.

Cuadro 41. *Resultados del ensayo de capacidad de paso al 15% de adición.*

Capacidad de Paso						Caja en L
N°	Grupo	Adición	Fecha	H1 (cm)	H2 (cm)	FB (cm)
E1	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	21.60	0.00	0.00
	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	22.00	2.00	0.09
	Promedios =					0.05
E2	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	21.00	1.00	0.05
	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	22.50	0.50	0.02
	Promedios =					0.04
E3	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	21.30	0.00	0.00
	RG1 15%	Finos de arcilla	30/11/2019	19.80	1.20	0.06
	Promedios =					0.03

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 42. *Resultados promedios del ensayo de capacidad de paso al 15% de adición.*

Instrumentos		Caja en L
N°	Elemento	Capacidad de Paso (cm)
E1	Finos de arcilla al 15%	0.05
E2	Finos de arcilla al 15%	0.04
E3	Finos de arcilla al 15%	0.03

Fuente: Elaboración propia.

4.4. RESULTADOS AL EVALUAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CAC EN ESTADO ENDURECIDO, SIENDO ESTA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

“Consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta”. El resultado obtenido es un parámetro físico utilizado en el diseño de estructuras y se expresa en kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm²) o en megapascales (MPa) (Valencia e Ibarra, 2013, p.7).

Para los ensayos a compresión se utilizó la norma técnica peruana 339.034 la cual es acondicionada por la norma de diseño ASTM C39, este ensayo será sometido al concreto autocompactante de la misma manera que para un concreto convencional. Las dimensiones de las probetas utilizadas en nuestra investigación fueron de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto, ensayadas y sometidas a 3, 7 y 28 días de fraguado.

Debemos tener en cuenta que según el transcurrir del tiempo la resistencia del concreto aumenta y que para definir esta, se analiza la relación agua cemento que viene a ser la función principal para obtener concretos de resistencias elevadas y con mayor durabilidad.

Información recolectada

- Cargas que soporta el concreto por centímetro cuadrado a los 3, 7 y 28 días.

Equipos

- Probetas cilíndricas de 10 cm x 20 cm, de material no absorbente.
- Cuchara metálica.
- Prensa hidráulica.

- Varilla metálica.
- Anteojos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Orejeras.
- Botas puntas de acero.
- Guantes de lona.

Procedimiento

- Tener la mezcla de CAC lista para el llenado
- Engrasar las probetas cilíndricas para hacer más fácil su desencofrado, ver figura 90, 91 – anexo 7.
- Fijar las probetas en una superficie plana y nivelada, ver figura 92 – anexo 7.
- Llenarlas a una sola capa sin ninguna clase de compactación, ver figura 92, 93, 94, 95 – anexo 7.
- Enrasarlas con una varilla metálica.
- Desencofrar los testigos, ver figura 102 – anexo 7.
- Colocar las probetas en las piscinas de agua pasado el tiempo de un intervalo de 24 horas después de su llenado, ver figuras 103, 107, 108 – anexo 7.
- Poner los testigos en la prensa hidráulica y recolectar resultados.

Base de datos

1. Ensayo de resistencia a la compresión de la mezcla de CAC (Grupo patrón - RG), ver figuras 115, 116 y 117 – anexo 7. Además, los datos validados se encuentran en la figura 114 – anexo 5.

Cuadro 43. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del CAC.

Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%
Grupo Patrón (RG)	3 días	E1	29015	369	353.0	168
			26478	337		
		E2	28645	365	367.0	175
			28988	369		
		E3	29125	371	363.5	173
			27998	356		
		E4	30519	389	385.0	183
			29941	381		
		E5	32548	414	429.5	205
			34961	445		
	7 días	E1	42269	538	559.5	266
			45645	581		
		E2	37337	475	496.0	236
			40598	517		
		E3	46987	598	586.5	279
			45156	575		
		E4	38965	496	487.0	232
			37512	478		
		E5	44693	569	542.0	258
			40478	515		
	28 días	E1	48654	619	620.0	295
			48751	621		
		E2	40213	512	577.0	275
			50413	642		
E3		45621	581	609.5	290	
		50123	638			
E4		47596	606	614.5	293	
		48931	623			
E5		49782	634	636.0	303	
		50142	638			

Fuente: Elaboración propia.

2. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG1 al 5 %).

Cuadro 44. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del con adición al 5%, ver figuras 119,120 y 121 – anexo 7. Además, los datos validados se encuentran en la figura 118 – anexo 5.

Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%
Grupo Patrón (RG1) 5% Finos de Arcilla.	3 días	E1	18620	237	242.5	115
			19449	248		
		E2	20798	264	263	125
			20523	261		
		E3	21489	274	281	134
			22639	288		
		E4	25461	324	299.5	143
			21563	275		
		E5	32548	414	429.5	205
			34961	445		
	7 días	E1	39541	503	514.5	245
			41311	525		
		E2	37337	475	496	236
			40598	517		
		E3	40258	513	521.5	248
			41591	530		
		E4	38965	496	487	232
			37512	478		
		E5	40781	519	517	246
			40478	515		
	28 días	E1	43159	550	579.5	276
			47812	609		
		E2	40213	512	562.5	268
			48152	613		
E3		45621	581	575	274	
		44656	568			
E4		46596	593	601.5	286	
		47891	610			
E5		46897	597	605	288	
		48126	613			

Fuente: Elaboración propia.

3. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG2 al 10 %).

Cuadro 45. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del con adición al 10%. Ver figuras 123, 124 y 125 – anexo 7. Además, los datos validados se encuentran en la figura 122 – anexo 5.

Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%
Grupo Patrón (RG1) 10% Finos de Arcilla.	3 días	E1	17557	224	227.0	108
			18025	230		
		E2	17111	218	237.5	113
			20156	257		
		E3	19542	249	238.0	113
			17841	229		
		E4	21451	273	280.0	133
			22561	287		
		E5	17853	227	230.5	110
			18412	234		
	7 días	E1	37202	474	469.0	223
			36477	464		
		E2	37081	472	487.0	232
			39412	502		
		E3	36941	470	486.0	231
			39451	502		
		E4	37097	472	478.0	228
			38015	484		
		E5	36477	464	469.5	224
			37302	475		
	28 días	E1	39623	504	501.0	239
			39112	498		
		E2	39862	508	503.5	240
			39217	499		
E3		39915	508	518.5	247	
		41537	528			
E4		38945	496	497.0	237	
		39112	498			
E5		41338	526	527.5	251	
		41537	529			

Fuente: Elaboración propia.

4. Ensayo de capacidad de paso de la mezcla CAC (Grupo control – RG3 al 15 %).

Cuadro 46. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del con adición al 15%. Ver figuras 127, 128 y 129 – anexo 7. Además, los datos validados se encuentran en la figura 126 – anexo 5.

Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%
Grupo Patrón (RG1) 15% Finos de Arcilla.	3 días	E1	15013	191	189.5	90
			14738	188		
		E2	14218	181	194	92
			16251	207		
		E3	15963	203	201	96
			15621	199		
		E4	16322	208	224.5	107
			18963	241		
		E5	19623	250	242.5	115
			18421	235		
	7 días	E1	25491	324	317	151
			24243	309		
		E2	21342	272	277	132
			22136	282		
		E3	20154	257	273	130
			22694	289		
		E4	23514	299	292.5	139
			22461	286		
		E5	21478	273	285	136
			23347	297		
	28 días	E1	27168	346	325	155
			23879	304		
		E2	28087	357	347.5	165
			26447	338		
E3		22235	283	316.5	151	
		27478	350			
E4		29361	374	390.5	186	
		31946	407			
E5		30152	384	405.5	193	
		33510	427			

Fuente: Elaboración propia.

4.5. RESULTADOS AL COMPARAR LOS DATOS OBTENIDOS ENTRE UN CAC CON ADICIÓN Y UNO SIN ADICIÓN.

❖ FLUJO DE ASENTAMIENTO (CENTIMETROS)

Cuadro 47: *Prueba de normalidad*

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.895	3	0.371
RG1	0.991	3	0.817
RG2	0.792	3	0.095
RG3	0.997	3	0.894

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 48: *Anova - extensión de flujo (Dmáx.)*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1311.703	3	437.234	213.080	0.000
Dentro de grupos	16.416	8	2.052		
Total	1328.118	11			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 49: *Comparaciones múltiples*

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente : Dmáx.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.199	0.003	0.000
RG1	0.199	---	0.047	0.000
RG2	0.003	0.047	---	0.000
RG3	0.000	0.000	0.000	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

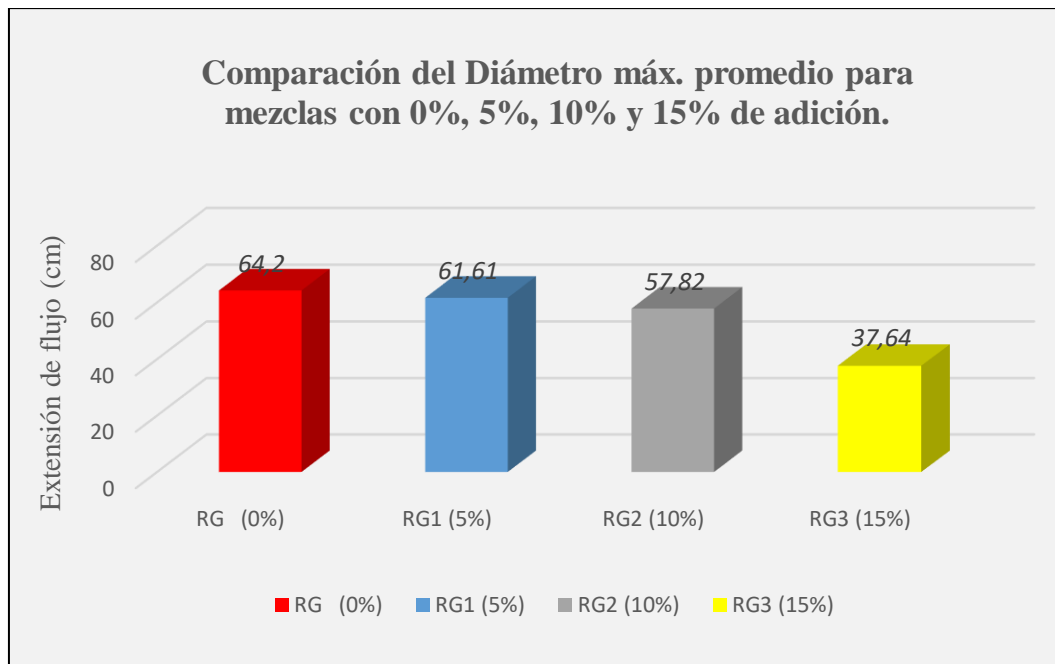


Figura 130: Comparación de diámetro máximo promedio para mezclas con 0%, 5%, 10% y 15% de adición

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la figura 58, se observa que el diámetro máximo promedio del concreto autocompactante sin adición de arcilla es de 64.20 cm alcanzando el rango permitido.

Mientras que al adicionar el 5% de arcilla el diámetro máximo promedio es de 61.61cm, disminuyendo la capacidad de fluir en un 4.03% de capacidad.

Para el grupo de estudio con adición de arcilla al 10% el diámetro promedio es de 57.82cm y para el grupo de estudio con 15% el diámetro es de 37.64cm, de los cuales se observa notoriamente que no alcanzan a cumplir con los parámetros de fluidez, disminuyendo la capacidad de fluidez en un 9.94% y 41.37% respectivamente.

❖ FLUJO DE ASENTAMIENTO (TIEMPO)

Cuadro 50: Prueba de normalidad

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.874	3	0.308
RG1	0.999	3	0.950
RG2	0.981	3	0.738
RG3	0.998	3	0.909

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 51: Anova – Extensión de flujo (Tiempo)

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	541.950	3	180.650	461.430	0.000
Dentro de grupos	3.132	8	0.391		
Total	545.082	11			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 52: Comparaciones múltiples

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Tiempo.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.997	0.008	0.000
RG1	0.997	---	0.011	0.000
RG2	0.008	0.11	---	0.000
RG3	0.000	0.000	0.000	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

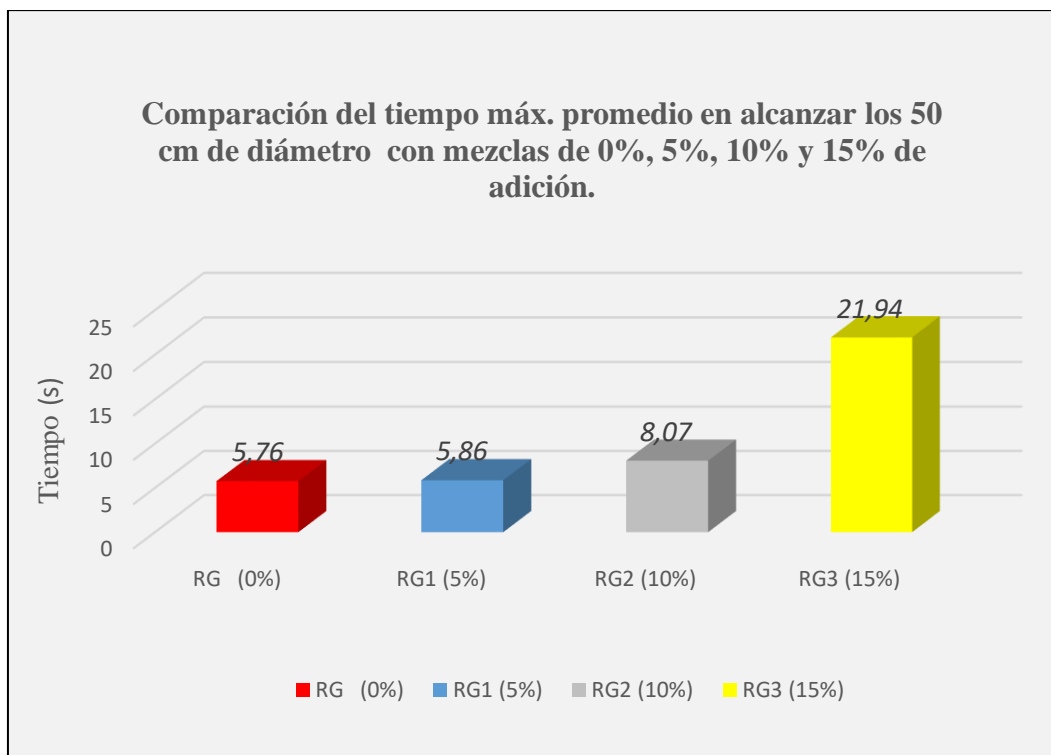


Figura 131: *Comparación de tiempo máximo promedio para alcanzar los 50cm de diámetro con mezclas 0%, 5%, 10% y 15% de adición.*

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Teniendo en cuenta la figura 59, se observa que el grupo sin adición tarda 5.76 segundos en alcanzar el diámetro de 50cm, el cual refleja un tiempo de trabajabilidad coherente a la fluidez sin presentar segregación; de igual manera se rescata que al adicionar 5% de arcilla la mezcla aún mantiene la característica de fluidez, pero incrementa el tiempo de llegada al diámetro de 50cm en 0.10 segundos.

Mientras que para el grupo con adición del 10% incrementa el tiempo de llegada en 2.31 segundos, así como para el grupo con 15% de adición el tiempo incrementa considerablemente siete 16.18 segundos de diferencia en comparación con el grupo sin adición. De lo cual significa que las mezclas con 10% y 15% no son adecuadas para ser aplicadas en elementos con elevado nivel de reforzamiento.

❖ CAPACIDAD DE LLENADO (TIEMPO)

Cuadro 53: Prueba de normalidad

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.994	3	0.856
RG1	0.999	3	0.927
RG2	0.891	3	0.356
RG3	0.991	3	0.822

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 54: Anova - Capacidad de llenado (Tiempo)

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1476.108	3	492.036	2050.008	0.000
Dentro de grupos	1.920	8	0.240		
Total	1478.029	11			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 55: Comparaciones múltiples

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Tiempo.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.074	0.003	0.000
RG1	0.074	---	0.169	0.000
RG2	0.003	0.169	---	0.000
RG3	0.000	0.000	0.000	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

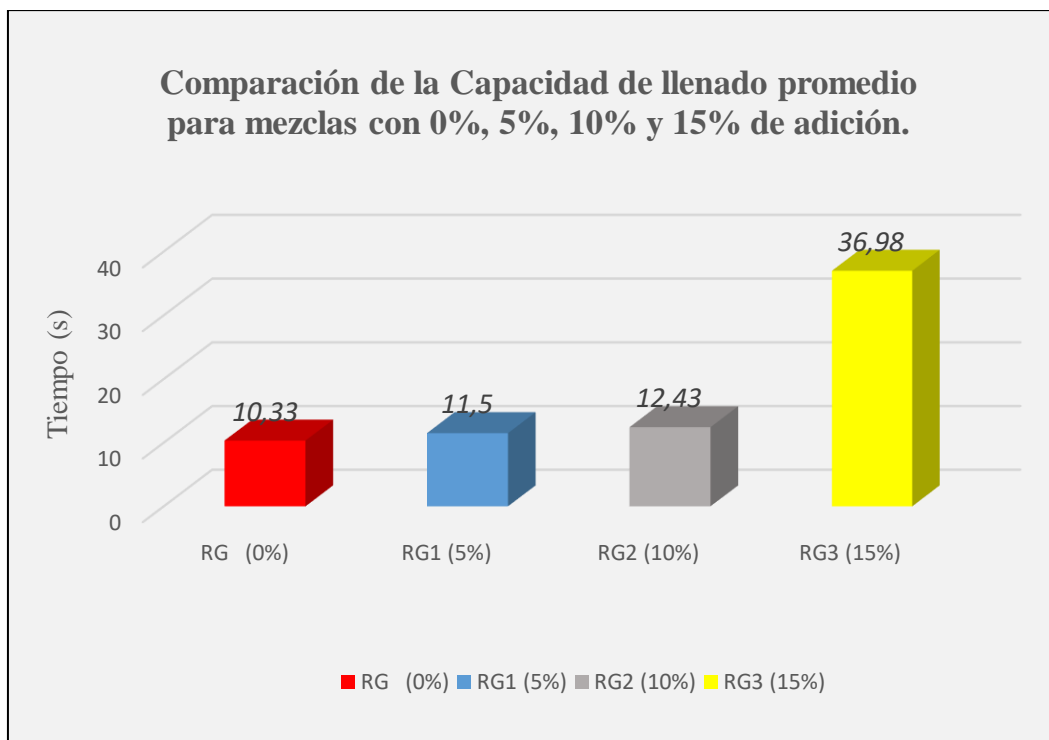


Figura 132: *Comparación de capacidad de llenado promedio para mezclas 0%, 5%, 10% y 15% de adición.*

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De la figura 60, se puede observar que el grupo control presenta un tiempo de llenado de 10.33 segundos, siendo una mezcla óptima para el uso en elementos con alto nivel de refuerzo, así mismo ocurre para la mezcla con un valor del 5% de adición incrementa el tiempo de llenado solo en 1'17" segundos.

Mientras que en el grupo de 15% de adición muestra una diferencia mínima del rango permitido, siendo éste 12 segundos. Sin embargo, en la mezcla que lleva 15% de adición de arcilla se muestra una diferencia exorbitante de 26.65 segundos, mostrando una mezcla no trabajable.

❖ CAPACIDAD DE PASO (FACTOR BLOQUEO)

Cuadro 56: Prueba de normalidad

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.750	3	0.000
RG1	0.750	3	0.000
RG2	0.750	3	0.000
RG3 es constante. Se ha omitido.			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 57: Anova – capacidad de paso (FB)

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.289	3	0.430	171.889	0.000
Dentro de grupos	0.020	8	0.003		
Total	1.309	11			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 58: Comparaciones múltiples

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Factor Bloqueo.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.144	0.000	0.000
RG1	0.144	---	0.000	0.000
RG2	0.000	0.000	---	0.414
RG3	0.000	0.000	0.414	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

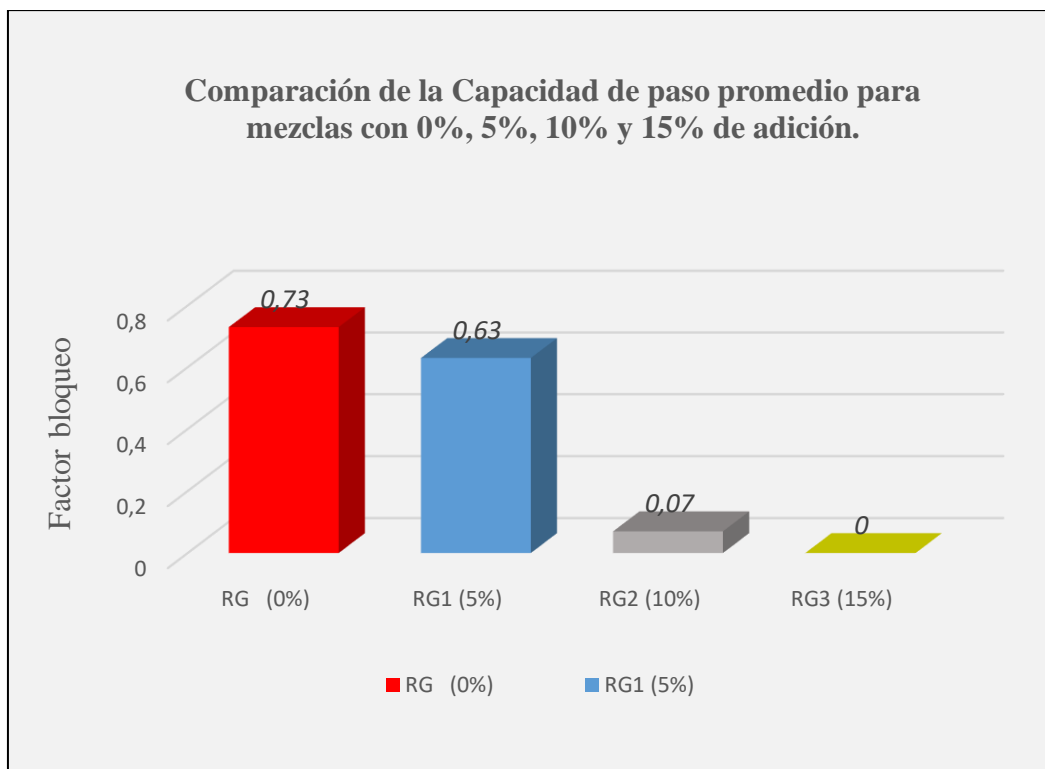


Figura 133: Comparación de capacidad de paso promedio para mezclas 0%, 5%, 10% y 15% de adición.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Para el grupo de estudio sin adición se puede observar que la capacidad de paso está dentro de los rangos sugeridos, siendo el factor bloqueo de 0.73, demostrando que la mezcla tiene la capacidad para fluir dentro elevadas cuantías de acero, mientras que para los grupos de 5%, 10% y 15%, se muestra que no cumplen con la capacidad de paso, disminuyendo en 13.70%, 90.41% y 100%.

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (3 DÍAS)

Cuadro 59: Prueba de normalidad

PRUEBAS DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.861	5	0.234
RG1	0.814	5	0.105
RG2	0.747	5	0.028
RG3	0.896	5	0.390

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 60: Anova – Resistencia a la edad de 3 días

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	83248.900	3	27749.633	15.173	0.000
Dentro de grupos	29262.400	16	1828.900		
Total	112511.300	19			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 61: Comparaciones múltiples

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Edad de 3 días.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.53	0.001	0.000
RG1	0.053	---	0.155	0.016
RG2	0.001	0.155	---	0.639
RG3	0.000	0.016	0.016	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

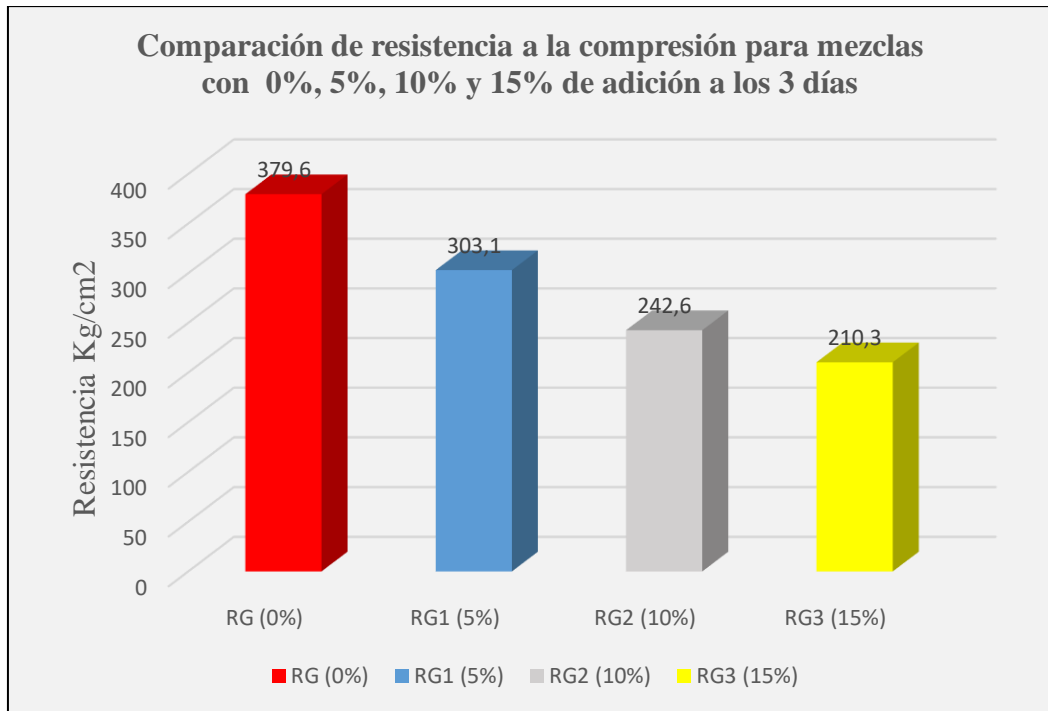


Figura 134: *Comparación de la resistencia a la compresión para mezclas con 0%, 5%, 10% y 15% de adición a los 3 días.*

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El f_c promedio para la resistencia del concreto autocompactante sin adición es de 379.60 kg/cm² a los 3 días, sin embargo, a medida que se añade la adición de arcilla al 5%, 10% y 15%, la resistencia reduce en 20.15%, 36.09% y 44.60% respectivamente.

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (7 DÍAS)

Cuadro 62: *Prueba de normalidad*

PRUEBAS DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.932	5	0.607
RG1	0.883	5	0.325
RG2	0.853	5	0.203
RG3	0.898	5	0.397

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 63: *Anova – Resistencia a la edad de 7 días*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	185381.450	3	61793.817	103.844	0.000
Dentro de grupos	9521.000	16	595.063		
Total	194902.450	19			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 64: *Comparaciones múltiples*

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Edad de 7 días.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.332	0.010	0.000
RG1	0.332	---	0.267	0.000
RG2	0.010	0.267	---	0.000
RG3	0.000	0.000	0.000	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

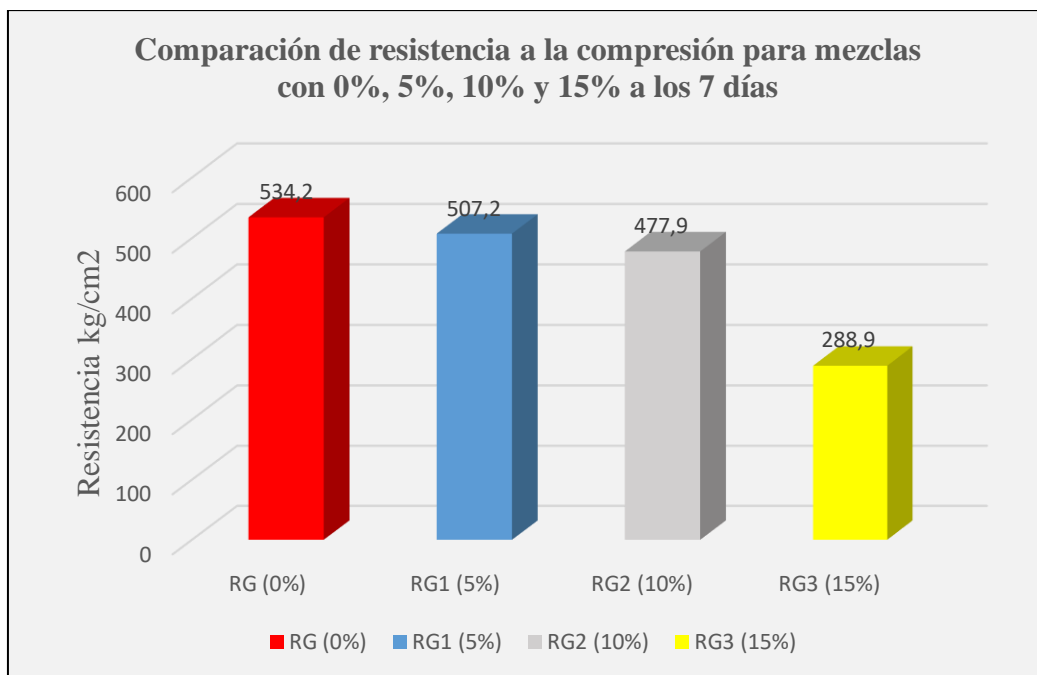


Figura 135: Comparación de la resistencia a la compresión para mezclas con 0%, 5%, 10% y 15% de adición a los 3 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Teniendo en cuenta la figura 62, se puede notar que la resistencia para el concreto autocompactante es mayor siendo 534.2 kg/cm², mientras que para el grupo de concreto con adición al 5% es de 507.2 kg/cm², disminuyendo la resistencia en un 5.05%.

Para los grupos con adición al 10% y 5% las resistencias promedias son de 477.9 kg/cm² y 288.9 kg/cm² respectivamente. Obteniendo una disminución de resistencia en 10.54% y 45.92% en el orden indicado.

❖ RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (28 DÍAS)

Cuadro 65: Prueba de normalidad

PRUEBAS DE NORMALIDAD			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
RG	0.929	5	0.591
RG1	0.917	5	0.513
RG2	0.896	5	0.389
RG3	0.902	5	0.422

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 64: Anova – Resistencia a la edad de 28 días

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	195718.050	3	65239.350	103.529	0.000
Dentro de grupos	10082.500	16	630.156		
Total	205800.550	19			

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Cuadro 66: Comparaciones múltiples

COMPARACIONES MÚLTIPLES				
Variable dependiente: Edad de 28 días.				
HSD Tukey				
SIG.	RG	RG1	RG2	RG3
RG	---	0.365	0.000	0.000
RG1	0.365	---	0.001	0.000
RG2	0.000	0.001	---	0.000
RG3	0.000	0.000	0.000	---

La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

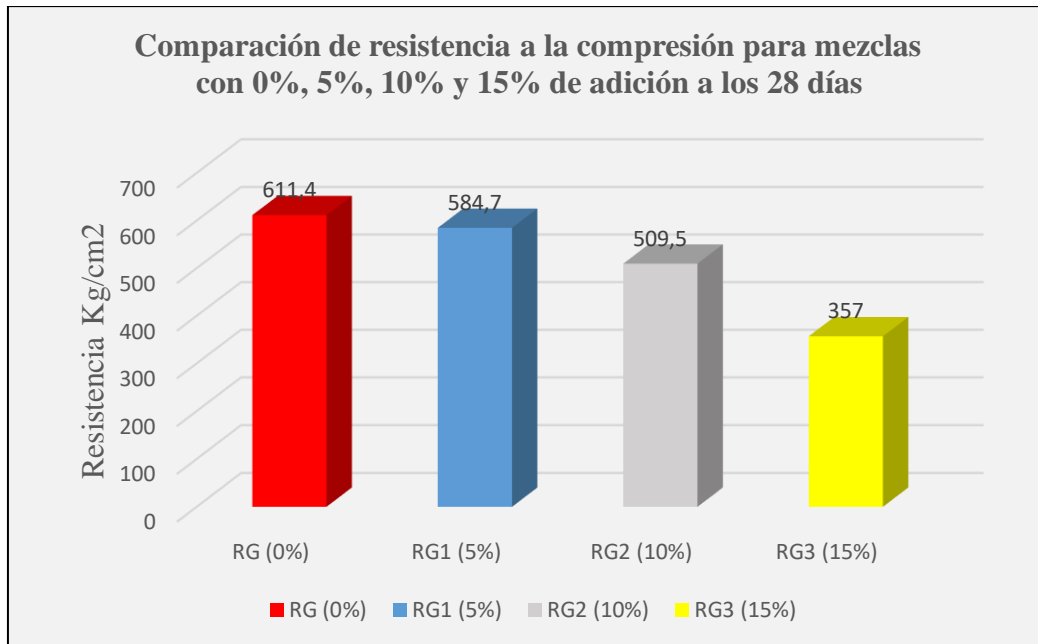


Figura 136: Comparación de la resistencia a la compresión para mezclas con 0%, 5%, 10% y 15% de adición a los 3 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Teniendo en cuenta la figura 63, se puede notar que la resistencia para el concreto autocompactante es mayor siendo 611.4 kg/cm², mientras que para el grupo de concreto con adición al 5% es de 584.7 kg/cm², disminuyendo la resistencia en un 4.37%.

Para los grupos con adición al 10% y 5% las resistencias promedias son de 509.5 kg/cm² y 357 kg/cm² respectivamente. Obteniendo una disminución de resistencia en 16.67% y 41.61% en el orden indicado.

V. DISCUSIÓN

Para evaluar el estado en fresco del concreto autocompactante se empleó los ensayos de extensión de flujo, capacidad de llenado y capacidad de paso. En la figura 130, se muestran los resultados del ensayo de extensión de flujo por el cono de Abrams en donde indica que una mezcla sin adición tiende a alcanzar un diámetro máximo promedio de 64.2 cm, en comparación con las mezclas con adición al 5%, 10% y 15%, alcanzando diámetros de 61.61 cm, 57.82, y 37.64 cm respectivamente, disminuyendo considerablemente la capacidad de fluir. Seguidamente en la figura 133 se realizó el ensayo de capacidad de paso, la cual mide el factor bloqueo (FB) que presenta la mezcla al fluir entre aberturas o elementos altamente reforzados, reflejando que un concreto autocompactante sin adición de arcilla cumple con el ensayo ya mencionado, teniendo como resultado un factor de bloqueo de 0.73, mientras que para los grupos de 5%, 10% y 15% de adición, reflejan la pérdida de fluidez como propiedad esencial indicando valores de 0.63, 0.07 y 0 respectivamente. Ahora tomando en cuenta la evaluación de resultados de los tiempos en los ensayos con cono Abrams, se obtiene que el concreto sin adición llega al diámetro establecido (50cm), en 5.76 segundos, en comparación con los grupos que contienen adición de arcilla al 5%, 10% y 15% llegando en 5.86, 8.07 y 21.94 segundos. Mientras que, en el ensayo con embudo en V, se demuestra que la mezcla del concreto sin adición lleva a descargar en 10.33 segundos, comparando con las mezclas con arcilla al 5%, 10% y 15%, llegan a 11.5, 12.43, 36.98 segundos, demostrando diferencia entre los ensayos con respecto al tiempo. Todos los ensayos son realizados en base a los parámetros establecidos por el EFNARC. De lo cual se rescata que para el diseño de un concreto autocompactante empleando adiciones de arcilla, es notoria la pérdida de las propiedades en estado fresco, como son la capacidad de paso y la capacidad de fluir. En el estudio realizado por Eguez y León (2009), presentan valores de los ensayos realizados asemejándose a los nuestros. Para el ensayo de extensión de flujo con el cono de Abrams obtuvieron un diámetro máximo promedio de 78.5 cm, para el ensayo de capacidad de llenado con el embudo V obtuvieron 7.23 segundos y para el ensayo de capacidad de paso con la caja L obtuvieron un factor de bloqueo de 0.94. Cuyos resultados se encuentran dentro de los parámetros a los cuales nos

basamos. Sin embargo, hay que aclarar que los resultados que obtuvieron fueron en un diseño sin adición, demostrando mejor trabajabilidad y estabilidad en las propiedades en fresco, por lo tanto, es necesario aclarar el modo de uso de la adición, si se usan como adición o como reemplazo ya que, según el empleo de las terminologías, la dosificación en el diseño de mezcla de concretos varía.

En nuestro estudio se decidió emplear adiciones de arcilla ya que presentan una granulometría fina y logran tener propiedades cementicias al mezclarlas con agua, por lo cual se decidió emplearlas en su estado natural. Sin embargo, al momento de realizar las muestras para el ensayo de resistencia a la compresión se dejó ver que presentan una propiedad absorbente reteniendo el líquido de la mezcla, dándose a notar que al momento del desencofrado de probetas las superficies de los testigos eran más lisas al emplear el 5% de adición de arcilla, en comparación con las que no contienen adiciones. Por otro lado, al momento de realizar los ensayos de resistencia a la compresión se deja notar que la resistencia a largo plazo incrementa en todos los grupos, sin embargo a la edad de 3 días se obtuvo una resistencia promedio de 379.6 kg/cm² en probetas sin adición, en probetas con adición de 5% una resistencia de 303.1 kg/cm², en probetas de 10% una resistencia de 242.6 kg/cm² y en probetas del 15% una resistencia de 210.3 kg/cm², de las cuales se observa que hay una diferencia de 75.9 unidades entre un CAC patrón y uno con el 5% de adición, caso contrario entre los grupos de 10% y 15% de adición, cuya diferencia es elevada. Sin embargo, hay que aclarar que la arcilla para ser utilizada como adición tiene que pasar por un proceso de calcinación, tal como se indica en la investigación realizada por Gutiérrez, Baena y Tobón (2006), "efectos de la adición de metacaolín en el cemento Pórtland", establecen que al realizar reemplazos de metacaolín por cemento con porcentajes del 10%, se logran los máximos valores de resistencias a compresión. Valores superiores al 10% no muestran aumentos significativos. Las máximas resistencias relativas se dieron a los 14 días, lo que les permitió establecer que la actividad puzolánica del metacaolín alcanza su punto máximo de reacción en este período de tiempo.

Al igual que la investigación mencionada pudimos comprobar que con los ensayos del 10% y 15% de adición disminuye considerablemente la resistencia a la compresión del concreto, así como también su capacidad de fluir, al añadir más

porcentaje de adición a la mezcla se producía una alteración notable viéndose reflejada en sus propiedades físicas, haciendo que esta no se encuentre en los parámetros que definen a un CAC. Por lo tanto, estamos en concordancia con lo mencionado por los autores de la investigación “Efectos de la adición de metacaolín en el cemento Pórtland”.

En cuanto al diseño del concreto autocompactante se menciona que hay diversos autores con diferentes procedimientos para llegar a obtener el diseño de la mezcla, sin embargo, hay que considerar que actualmente éste diseño se plantea desde un enfoque práctico estableciendo una serie de ensayos de mezclas hasta llegar a una mezcla optima que cumpla con los parámetros de las características del estado en fresco. Una vez establecido el diseño óptimo, se adiciona a ésta el material cementicio que será dosificado en base al peso del cemento sin modificar los valores iniciales de la mezcla. Sin embargo, en el diseño de mezcla realizada por Eguez y León (2009), mencionan realizar modificaciones en las cantidades del aditivo superplastificante y la cantidad de agua una vez agregada la adición. Además, aclara tener una mejoría en la trabajabilidad, estabilidad de mezcla sin presencia de segregación. Sin embargo, refutamos esta posición al hacer uso de las adiciones para obtener una mezcla de concreto autocompactante, ya que por la misma terminología las adiciones sirven como productos que al adicionar a un diseño de mezcla hace que sus propiedades mejoren, más no son usadas como productos suplementarios o de reemplazo al concreto, puesto que se estaría afectando directamente con la resistencia y durabilidad del CAC. Es necesario rescatar que este tipo de concreto se diseña en base a la extensión de flujo requerido, ya que directamente se relaciona con las características de los elementos estructurales en los que será aplicada. Además, la cantidad de cemento está relacionado con el valor de la extensión de flujo. Seguidamente, se rescata que los valores para la relación de agua – cemento en el diseño de mezclas son de 0.32 a 0.40. Al ser estas relaciones de agua – cemento bajas, influyen para ganar resistencia. También, el uso de aditivos superplastificantes actúan como reductores de agua, lo cual hace que una vez establecido el porcentaje de dosificación de éste actúe de manera beneficiosa en las propiedades frescas del concreto. Por estas razones, no estamos de acuerdo de la manera como procedieron para el diseño de

la mezcla de CAC y el empleo de adiciones, ya que porcentajes elevados de agua y aditivo hacen que la mezcla sufra cambios volumétricos como presencia de segregación y/o la incapacidad de fraguado.

VI. CONCLUSIONES

1. Se estableció como óptimos al agregado grueso, según los parámetros de diseño para concreto autocompactante que nos presenta las normas internacionales del comité ACI y la EFNARC; donde se menciona que éste debe tener un tamaño nominal menores o iguales que 1/2".
2. Se establecieron las debidas proporciones de los materiales por m³ para el adecuado diseño del concreto autocompactante, siendo estos: Cemento 460.000 kg, agua 183.000 kg, a/c 0.40, arena 971.508 kg, piedra 732, 890 kg, aditivo 6.44 kg (1.4%), adición 23 kg (5%), 46 kg (10%) y 69 kg (15%).
3. Se ensayó la mezcla de concreto para verificar que su fluidez cumpla y esté dentro del rango de los parámetros internacionales del comité ACI y la EFNARC; se ensayó con la caja "L" cuyo rango es $h_2/h_1 = 0.8 - 1.0$, el cono de Abrams con un rango de 65 – 80 mm (+-1) y el embudo "V" con un periodo de 6s – 12s.
4. Se llegó a determinar y obtener el diseño de mezcla de un concreto autocompactante con adiciones de arcilla, siendo ésta una nueva investigación ya que se emplea a las arcillas en su estado natural y no calcinadas. Además, cuyo diseño se realizó por el método práctico y no reológico.
5. Se ensayó al concreto en su estado sólido para recolectar información y obtener una base de datos con valores numéricos a través de probetas cilíndricas las cuales fueron ensayadas para soportar carga a los 3, 7 y 28 días.
6. Se comparó las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante patrón ante el concreto autocompactante modificado con arcilla con adición al 5, 10 y 15%. Es así como llegamos a concluir que efectivamente se producen cambios significativos en la mezcla, tanto en su fluidez presenciando una reducción mínima para el de 5 y 10%, por otro lado,

en la resistencia a la compresión los resultados favorables son al 5% de adición con respecto a $f'c$ a los 28 días.

7. Se comprobó que la adición de finos de arcilla no contribuyó al incremento de la resistencia a la compresión, pero si disminuyeron significativamente al grupo patrón siendo las resistencias más desfavorables con adiciones al 10% y 15%; se obtuvieron resistencias de 242.6 kg/cm² para 10%, 210.3 kg/cm² para 15% a 3 días, 477.9 kg/cm² para 10%, 288.9 kg/cm² para 15% a 7 días y 509.5 kg/cm² para 10%, 357 kg/cm² para 15% a los 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incorporar a la mezcla de CAC la adición de finos de arcilla, pero sometidas a calcinación para obtener así el producto de metacaolín, con el fin de comprobar si adquiere mejores resultados que los obtenidos en esta investigación, ayudaría a complementar y ratificar si el material de adición de arcilla calcinada beneficia en las propiedades resistentes bajo un adecuado curado.
2. Se recomienda realizar ensayos a tracción y con cantidades menores al 5% de tal manera que se encuentre una nueva alternativa de utilizar este tipo de concreto especial en la ciudad de Trujillo y aún mucho más la adición de arcilla la cual muchas veces es lavada o desechada a los ríos produciendo una contaminación, así mismo trabajar con material reciclado de las demoliciones las cuales contienen gran cantidad de arcilla en sus compuestos.
3. Se recomienda investigar, promover y utilizar este concreto autocompactante, ya que se cuenta en la actualidad con tecnología para mejorar sus características, formas, acabados, propiedades, pigmentación, proponiendo y haciendo nuevos diseños de este mezcla u hormigón sin alterar sus bajas relación agua/finos siendo característico de estos hormigones.
4. Se recomienda establecer más tiempos de curado para recolectar mayor información y garantizar que los estudios sean menos erróneos, con el fin de mostrar los pequeños cambios que presenta la mezcla al transcurrir el tiempo de 1, 3, 7, 14 y 28 días. A su vez, contemplar el análisis de costos entre un concreto convencional y un concreto autocompactante para comprobar la rentabilidad que existe entre estos y verificar la viabilidad económica para su puesta en obra.

REFERENCIAS

American Concrete Institute (ACI). Self-Compacting Concrete. ACI 237R-07. United States of América. 2019. 9 - 11pp. ISBN: 0 – 87031 – 244 – 8.

ALVAREZ Viera P. Ética e investigación. Revista Boletín Redipe. [En línea]. 7(2). 21 de febrero de 2018. [Fecha de consulta: 20 de setiembre del 2019]. Disponible en <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/434>

ARIAS Jesús, Villasís Miguel y Miranda María. Alergia México. [En línea]. 62(2). abril – junio, 2016. [Fecha de consulta: 15 de setiembre del 2019]. Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309>

ISSN: 2448-9190

ARGOS. Concreto autocompactante. [En línea]. Vol.4, marzo – 2018. [fecha de cónsul: 16 de setiembre]. Disponible en: https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/6996/Ficha_T%C3%A9cnica.pdf

BENAVIDES Jefferson. Diseño de hormigón autocompactante para estructuras de agua potable y alcantarillado. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Quito: Universidad internacional de Ecuador, junio 2016. 6 pp. [Fecha de consulta: 21 de setiembre del 2019]. Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1182>

BUSTAMANTE Marisol. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C 313. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 12 pp. [Fecha de consulta: 5 de noviembre del 2019]. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1836/TESIS-MARISOL%20BUSTAMANTE%20TIRADO.pdf?sequence=1>

CALDERON Saldaña Jully, Alzamora de los Godos Luis. Diseño de Investigación para Tesis de Posgrado. Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social. [En línea]. 7(2), julio 2019. [Fecha de consulta: 10 de setiembre del 2019] Disponible en <http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/660>

CARRO Diego, González Belén. Dosificación, propiedades en estado fresco y reología de hormigón autocompactante con áridos reciclados finos. *Hormigón y Acero*. [En línea]. 69(286), septiembre – diciembre 2018. [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2019]. Disponible en <http://www.hormigonyacero.com/index.php/ache/article/view/2013>

ISSN: 0439-5689

CARVAJAL Gloria. Medición de fenómenos de enfermería: el reto de validez y confiabilidad en la investigación cuantitativa. *Aquichan*. [En línea]. 12(1), enero – abril, 2012, pp. 5-7. [Fecha de consulta: 15 octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/741/74124091001.pdf>

ISSN: 1657-5997

Cienfuegos Velasco, M. de los A. (2019). Reflexiones en torno al método científico y sus etapas. *Revista Iberoamericana De Las Ciencias Sociales Y Humanísticas* [En línea]. 8(15), enero – junio 2019, [fecha de consulta: 11 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.23913/ricsh.v8i15.161>

ISSN: 2395-7972

CONDORI de la Peña Elizabeth, Palomares Hurtado Verónica. Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2018. 67 pp.

CÓRDOVA Carlos. Análisis de concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo. Tesis (Título profesional de ingeniero civil ambiental). Chiclayo: Universidad católica santo Toribio de Mogrovejo, marzo del 2018. 6 pp. [Fecha de consulta: 5 de noviembre del 2019]. Disponible en http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1197/1/TL_CordovaSanchezCarlosErnesto.pdf.pdf

CHIVIRI, Edwin. La construcción alrededor del mundo. *Estudios económicos*. [en línea]. Vol.02, N°84, diciembre 2016. [Fecha de consulta: 20 julio 2019].

Disponible en: <https://asogravas.org/wp-content/uploads/2017/11/Informeecon%C3%B3mico-No-84.pdf>

ISSN: 2011-7444

DEL ROSAL, Juan A. Durabilidad y patología del concreto. Construcción y tecnología en concreto. [En línea]. Vol. 6, n° 12, marzo 2017. [Fecha de consulta: 16 de octubre]. Disponible en <http://www.imcyc.com/revistacyt/MARZO%202017/MARZO17.pdf#page=14>

EFNARC (2002). Especificaciones y directrices para el Hormigón autocompactable Federación Europea. European federation for specialist construction chemicals & concrete systems, 2002 p. 22-32. Disponible en: <http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>

EFNARC Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante. Especificaciones, producción y uso del concreto autocompactante. 2006 p. 19. Disponible en: <http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>

ESTRADA, Oliveira, Moacyr, Alba. Retracción química de pastas de cemento con incorporación de metacaolín. Ambiente Construido [En línea]. 18(3) julio-septiembre 2018. [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2019]. Disponible en https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212018000300327&script=sci_arttext&tlng=es

Experts for specialised Construction and Concrete System. EFNARC. Mayo 2005. 54-57 pp. Disponible en: <http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>

FERNANDO, Gordillo y Delvasto. Valorización y optimización del residuo de mampostería para la elaboración de concreto autocompactante. DYNA [en línea]. 86(208). Enero-marzo 2019. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000100307

ISSN: 0012-7353

García León, R. Bolívar León. "Caracterización hidrométrica de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos cerámicos en Ocaña, Norte de Santander" INGE CUC, vol. 13, no. 1, noviembre 2016. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2019]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.05>

GÓMEZ, García y Acevedo. Estudio de hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín: efecto del empleo de dos aditivos superplastificante. Revista ALCONPANT. [En línea]. 5(3) septiembre-diciembre 2015. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352015000300203&script=sci_arttext

ISSN: 2007-6835

GÓMEZ, Bastar Sergio. Metodología de la investigación. 1era Edición, 2012. México. Pp. 84.

ISBN 978-607-733-149-0

LEÓN, Alonso. Informe Económico de la Construcción. Cámara Peruana de la Construcción: Lima, Perú, noviembre de 2018. p.6. (En sección: Tendencias). [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2019].

LORA Castañeda, Yuniko. Formulación de especificaciones técnicas para proyectos de edificación en la ciudad de Piura. Tesis (Título en Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2011, 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019].

National Ready Mixed Concrete Association. Cip 30 – Adiciones al cemento. [En línea]. Virginia. Estados Unidos. 26 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP30es.pdf>

NTP 400.012 (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Perú.

NTP 339.034 (2018). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Perú.

ÑAUPAS, H. VALDIVIA, M. PALACIOS, J. ROMERO H. Metodología de la investigación, Cuantitativa – cualitativa y redacción de tesis. 5ª. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. Pp. 133.

ISBN 978 – 958 – 7662 – 876 – 0

OSORIO J. Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. [Blog]. Colombia: 28 de junio de 2013. [Fecha de consulta: 20 mayo del 2019]. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>

PASQUEL, Enrique. Cambios volumétricos en el concreto, fisuración, causas y control. En: Instituto Americano del Concreto. Tecnología del Concreto. Lima: Capítulo peruano. 1998. Pp.76.

Perú: proyectan crecimiento del sector de construcción en 6,22 % en 2019 por impulso de la inversión privada. [Información periodística]. Lima. Agencia Peruana de Noticias. [23 de mayo del 2019]. Recuperado de <https://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/peru-proyectan-crecimiento-del-sector-construccion-en-622-en-2019-por>

PACHECO, Carlos y FUENTES, Luis. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y Desarrollo. [En línea]. Vol. 35. N° 2. Julio-diciembre 2017. [Fecha de consulta: 20 de julio del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00533.pdf>

ISSN: 2145-9371

PULIDO Polo, Marta. Ceremonial y protocolo: Métodos y técnicas de investigación científica. Red de revista Científica de América latina, el Caribe, España y Portugal. [En Línea]. 31(1) 2015, pp. 1137-1156. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>

ISSN: 1012-1587

REVISTA Instituto mexicano del cemento y del concreto IMCYC “Construcción y Tecnología en Concreto”. México, 6(12). Marzo 2017. [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2019].

ISSN: 0187-7895

SOSA Israel. Incorporación de escorias siderúrgicas en hormigones autocompactantes de altas prestaciones. Tesis (Tesis Doctoral). Santander: Universidad de Cantabria, Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales, abril – 2017. 79 pp. [Fecha de consulta: 20 de octubre del 2019]. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/12087>

SILVA Yimmy y Delvasto Silvio. Concreto autocompactante con materiales cementicios suplementarios de Colombia. HAC 2018-V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales. [En línea]. Valencia. 5 y 6 de marzo de 2018. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/HAC2018.2018.6090>

ISBN: 9788490485910

SILVA, Burgos, Valencia, Delvasto y Álvarez, “Concreto autocompactante a partir de lodo calcáreo de la industria papelera”. Revista de la construcción 12(2)

noviembre 2013. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2019]. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-15X2013000200013&script=sci_arttext&tIng=e

ISSN: 0718-915X

VALENCIA Gabriela, e Ibarra Miguel. Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, diciembre 2013. 7 pp. [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2019]. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5343/VALENCIA_GABRIELA_ESTUDIO_CORRELACION_RESISTENCIA_COMPRESION_VELOCIDAD_PULSO_ULTRASONICO_CONCRETO_SIMPLE.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VENTURA José. Revista Cubana de Salud Pública [En línea]. 43(4) octubre-diciembre 2017. [fecha de consulta: 5 de setiembre de 2019]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662017000400014&script=sci_arttext&tIng=en

ISSN: 1561-3127

MARTÍNEZ, Torres, Alonso, Chávez, Hernández, Lara, Martínez, Pérez, Bedolla, González. Concreto reciclado. Revista Alconpat [En línea]. 5(3) septiembre 2015. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235

ISSN: 2007-6865

ANEXOS

ANEXO 1: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Año de la lucha contra la corrupción e impunidad”

Trujillo, 16 de diciembre del 2019

OFICIO N° 002 – 2019/ MRAY – AGSS – PAIC – FI – UCV

Señor (a):

*Dr. ALAN YORDAN VALDIVIEZO VELARDE
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – TRUJILLO*

Presente.-

De nuestra consideración:

Por la presente, reciba usted nuestro saludo cordial y a su vez hacer de su conocimiento que en condición de alumnos del décimo ciclo nos encontramos desarrollando la tesis titulada: “OBTENCION DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD”, por lo que conocedores de su profesionalismo y su interés en la investigación, solicitamos su colaboración con emitir el JUICIO DE EXPERTO, para la validación de los instrumento de recolección de datos que se enlistan a continuación, de igual manera los moldes que son instrumentos para la recolección de los mismo.

Molde para el métodos de prueba	Ficha de recolección de datos
Flujo de caída y T500	
V – Funnel	
Caja – L	

Agradeciendo por anticipado su gentil colaboración como experto, nos despedimos de usted.

Atentamente

Melissa Rocío
Alva Yomona

Antonio Giamfran,
Sevillano Sifuentes

Adjunto:

1. Matriz de consistencia.
2. Operacionalización de variables.
3. Instrumentos de investigación (moldes).
4. Fichas de recolección de datos.
5. Fichas de juicio de experto.

Alan Y. Valdiviezo Velarde
ING. CIVIL
R. CIP 94733

ANEXO 1: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
Cuadro 6. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES		
Formulación del problema	Objetivo General :	Hipótesis principal	Variable Independiente:				
¿Cuáles serán las propiedades físico mecánicas empleando arcilla como adición de fino en un CAC?	Determinar un diseño de mezcla para la obtención de un concreto autocompactante empleando arcilla como adición de finos.	La arcilla como adición de finos influye de manera significativa en las propiedades físico mecánicas del concreto autocompactante	ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS	Arcilla pasante por la malla N° 200	Adición al 5%		
					Adición al 10%		
					Adición al 15%		
			Objetivos Específicos :		Variable Dependiente:		
	Realizar las caracterización de los agregados para el CAC.		PROPIEDADES FÍSICAS	Extensión de flujo.	Capacidad de llenado.	Diámetro máximo (cm)	
	Establecer las proporciones de los materiales.					Tiempo de extensión de flujo (s)	
	Evaluar las propiedades físicas del CAC en estado fresco.					Tiempo de descarga (s)	
	Evaluar las propiedades mecánicas del CAC en estado endurecido.					Factor bloqueo.	
	Comparar los resultados obtenidos entre un CAC sin adición y uno con adición.		PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión.		Edad de 3 días	
						Edad de 7 días	
	Edad de 28 días						

Fuente: Elaboración propia



Alan Y. Valderrama Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

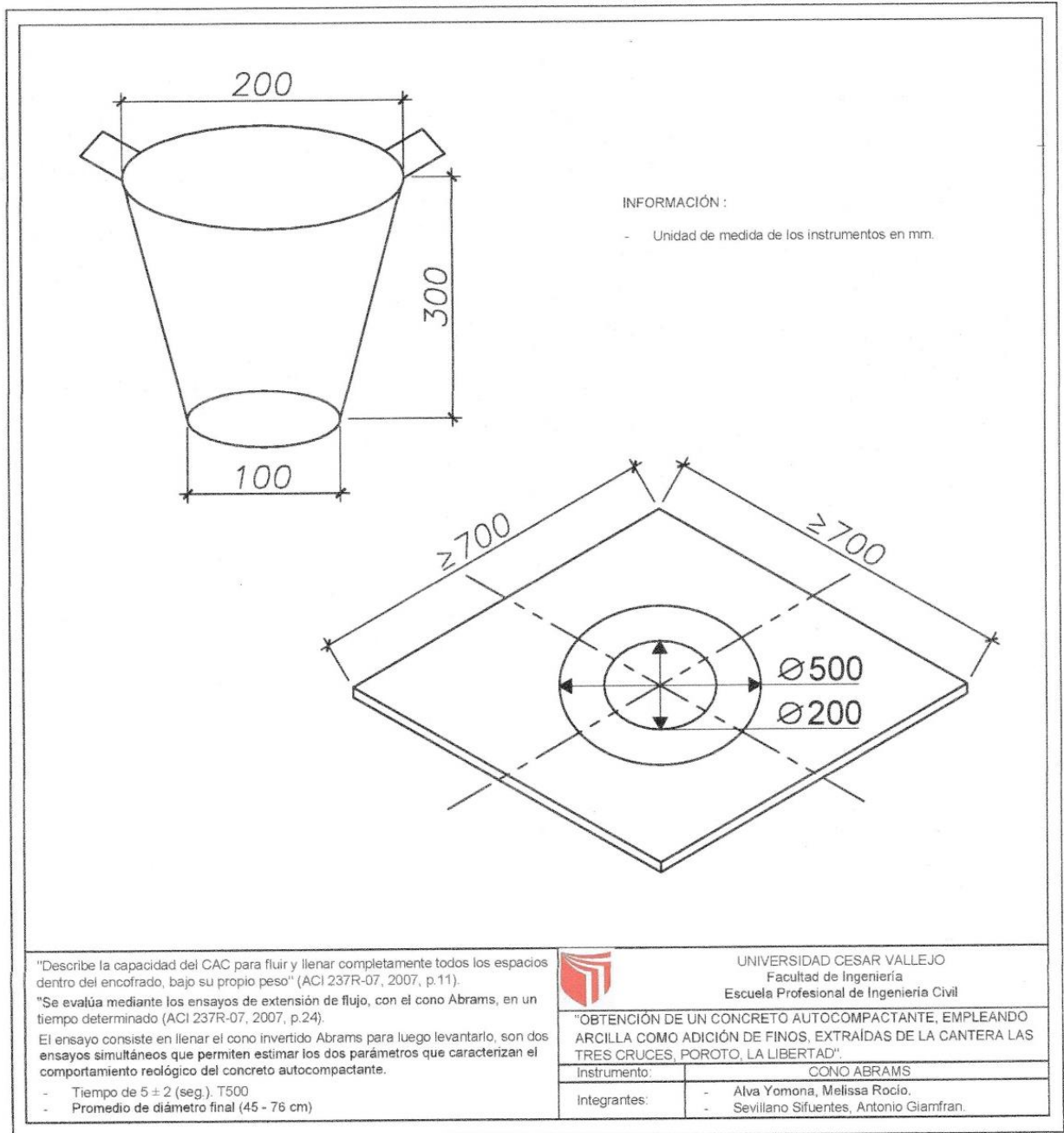
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7. Operacionalización de variables

Tipo de variables	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Arcilla como adición de finos	“Se describe como material finos no expansivos a las arcillas, limos y residuos inertes que sobrepasen el tamiz n° 200” (Pacheco y Fuentes, 2017, p. 537).	Estudio de las proporciones en mezclas (NTP 400.012-2013, p.8).	✓ Análisis Granulométrico (pasantes de la malla n°200)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adición al 5%. ✓ Adición al 10%. ✓ Adición al 15%. 	Razón	
	Propiedades físicas	Fluidez	“La fluidez no confinada describe la capacidad del CAC para fluir y llenar completamente todos los espacios dentro del encofrado, bajo su propio peso” (ACI 237R-07,2007, p. 11).	Se evalúa mediante los ensayos de extensión de flujo, cono Abrams y el embudo V (V –Funnel), en un tiempo determinado (ACI 237R-07, 2007, p. 24).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Extensión de flujo. ✓ Capacidad de llenado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promedio de diámetro final (65 – 80 cm). ✓ Tiempo de 5 ± 2 (T500) ✓ Tiempo de descarga 6 – 12 s. 	Razón
			“La fluidez confinada se refiere a la facilidad con la que el CAC puede pasar entre varios obstáculos y espacios estrechos en el encofrado sin bloqueo” (ACI 237R-07,2007, p. 11)	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, 2007, p. 26).	✓ Capacidad de paso.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se miden las alturas (h1 y h2 en cm) en los dos extremos. ✓ Se mide el factor de bloqueo FB, (h2/h1 debe ser mayor o igual que 0.80 – 1.0 ± 1 	Razón
Propiedades mecánicas	Resistencia	“Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, se expresa en términos de esfuerzos” (Osorio, 2013, párr.13).	Se evalúa mediante ensayos sobre probetas cilíndricas (NTP 339.034	✓ Resistencia a la compresión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Edad de 3 días. ✓ Edad de 7 días. ✓ Edad de 28 días. 	Razón	

Fuente: Elaboración propia.

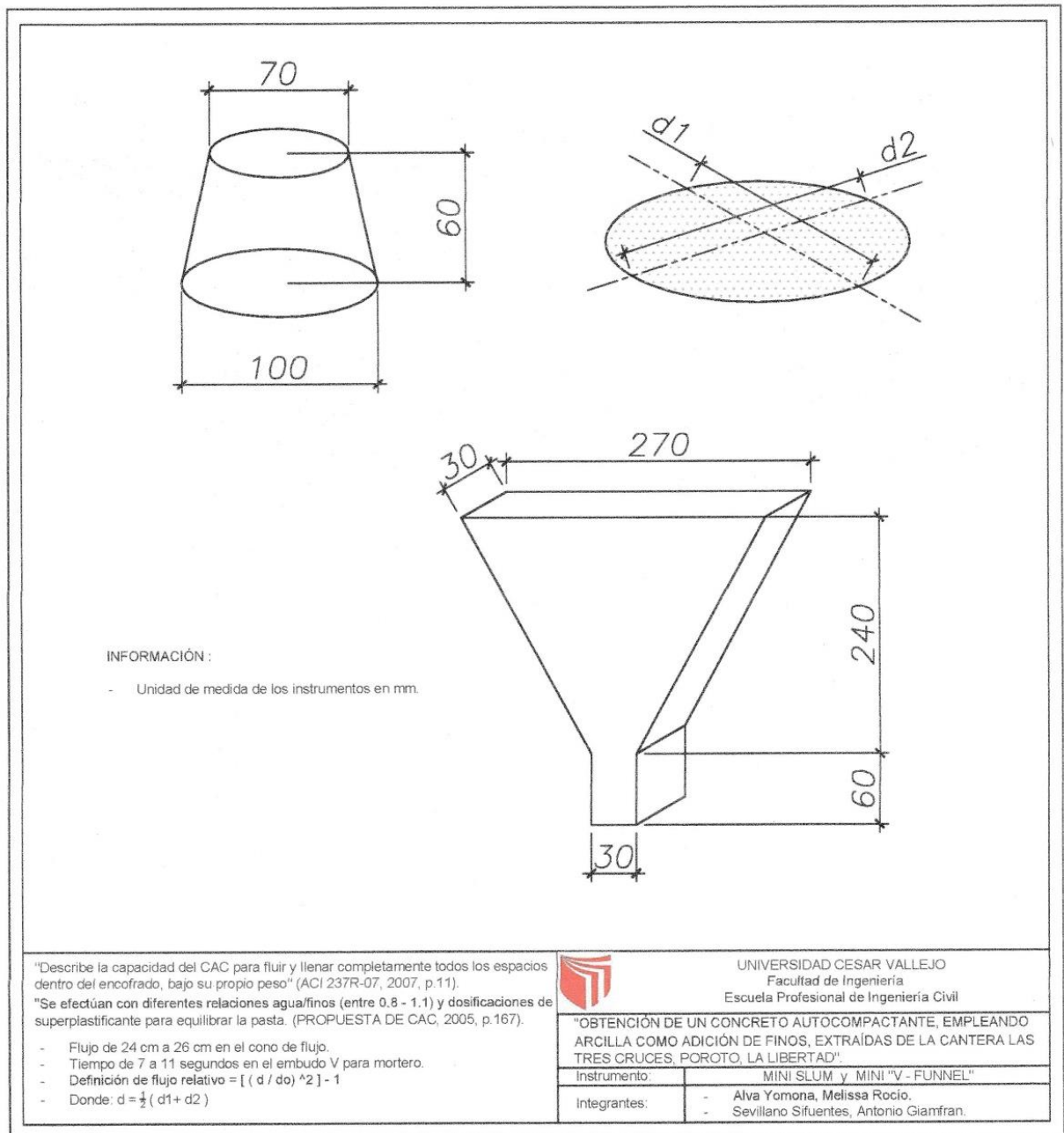

Alan Y. Valdineso Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733



Alan Y. Valdineso Velarde
Alan Y. Valdineso Velarde
 ING. CIVIL
 R. GIP. 94733

Figura 2: Medidas del cono de Abrams y plataforma metálica.

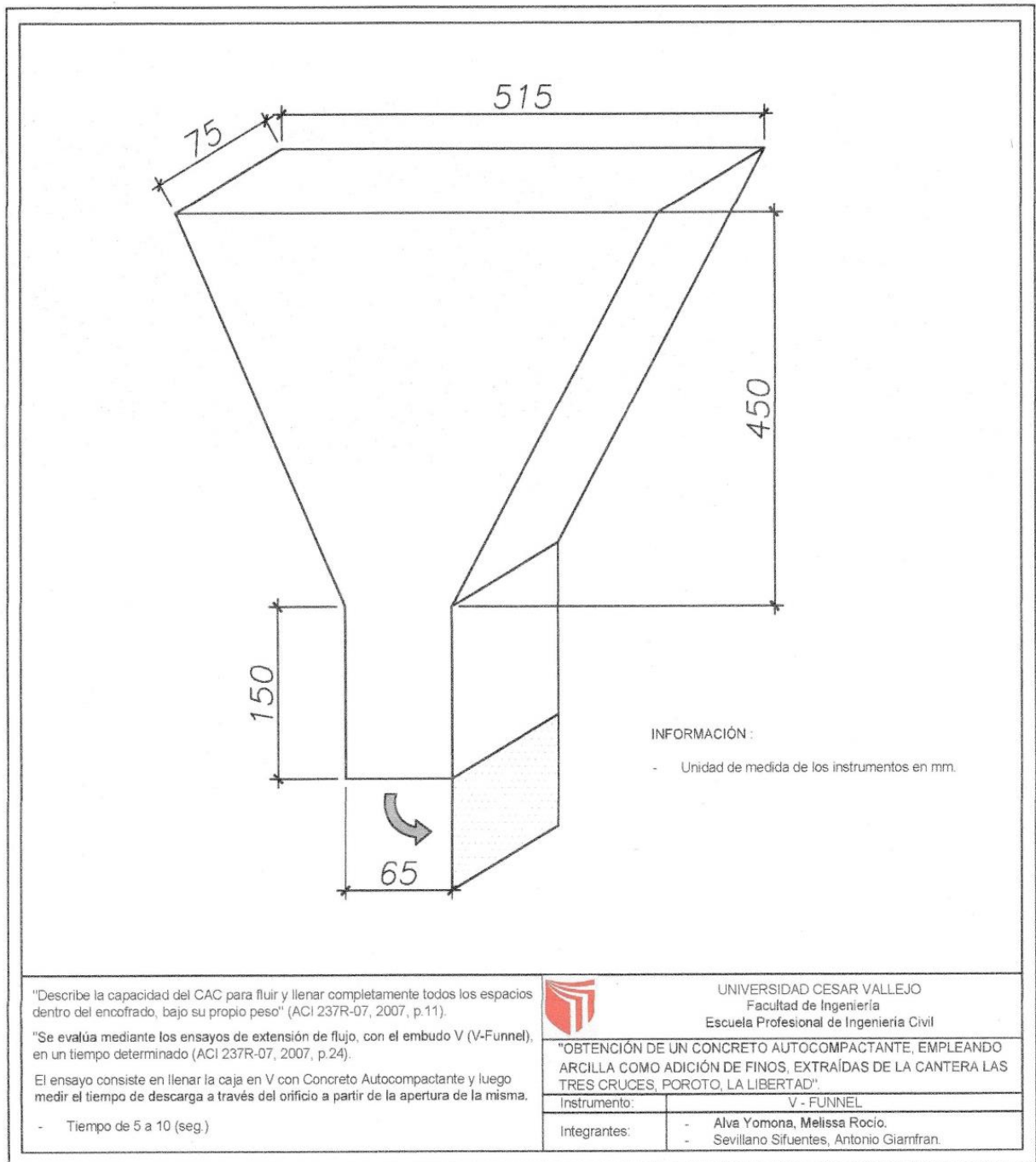
Fuente: Propia.



Alan Y. Valdivia Velarde
Alan Y. Valdivia Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

Figura 3: Medidas del mini Slump y mini "V-Funnel".

Fuente: Propia.



Alan Y. Valdivieso Velarde
Alan Y. Valdivieso Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

Figura 4: Medidas del "V-Funnel" (Embudo en V).

Fuente: Propia.

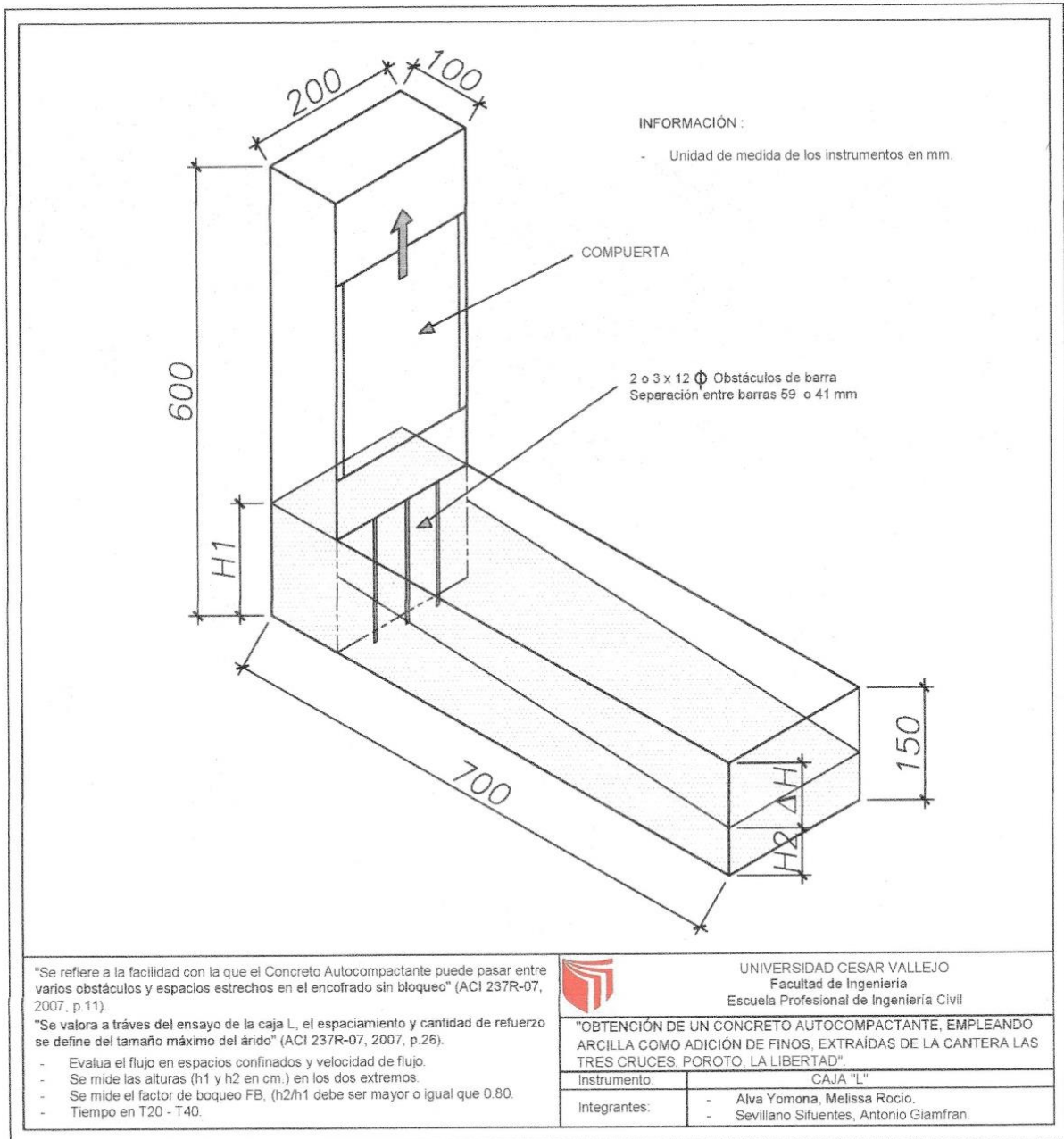


Figura 5: Medidas de la caja en L.

Fuente: Propia.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE								
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN								
INTRUMENTO : CONO DE ABRAMS								
FECHA :								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD FÍSICA : CAPACIDAD DE LLENADO (FLUIDEZ NO CONFINADA)								
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C								
AGREGADO GRUESO			AGUA :			ADITIVO :		
AGREGADO FINO			CEMENTO :			ADICIÓN :		
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)								
ADITIVO : Per Suplast 490								
Grupo de Estudio	N° de Ensayo	d1(cm)	d2 (cm)	Dmáx (cm)	Promedio df	T500 (seg)	Promedio (s)	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1							
	E2							
	E3							
Grupo Control 5% (RG1)	E1							
	E2							
	E3							
Grupo Control 10% (RG2)	E1							
	E2							
	E3							
Grupo Control 15% (RG3)	E1							
	E2							
	E3							
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación
Apellidos y Nombres:								
Registro CIP:								
RANGOS				CONFIABILIDAD				
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				
								FIRMA EVALUADOR



Alan Y. Valderrama Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

Figura 6: Ficha técnica para los ensayos de extensión de flujo de un CAC.

Fuente: Propia.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE				
PROYECTO : : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".				
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN				
INTRUMENTO : EMBUDO V (V - FUNNEL)				
FECHA : :				
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD				
PROPIEDAD FÍSICA		CAPACIDAD DE LLENADO (FLUIDEZ NO CONFINADA)		
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3)				
RELACIÓN A/C				
AGREGADO GRUESO		AGUA :	ADITIVO :	
AGREGADO FINO		CEMENTO :	ADICIÓN :	
MATERIALES				
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)				
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)				
ADITIVO : Per Suplast 490				
Grupo de Estudio	N° de Ensayo	Tiempo de flujo (s)	Promedio (s)	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1			
	E2			
	E3			
Grupo Control 5% (RG1)	E1			
	E2			
	E3			
Grupo Control 10% (RG2)	E1			
	E2			
	E3			
Grupo Control 15% (RG3)	E1			
	E2			
	E3			
DATOS DEL EVALUADOR				Promedio de validación
Apellidos y Nombres:				
Registro CIP:				
RANGOS		CONFIABILIDAD		
0.81 - 1.00		MUY ALTA		
0.61 - 0.80		ALTA		
0.41 - 0.60		MODERADA		
0.21 - 0.40		BAJA		
0.01 - 0.20		MUY ALTA		FIRMA EVALUADOR



Alan Y. Valdovinoso Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

Figura 7: Ficha técnica para los ensayos de capacidad de llenado de un CAC.

Fuente: Propia

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".						
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN						
INTRUMENTO : CAJA L (L - BOX)						
FECHA :						
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD						
PROPIEDAD FÍSICA : CAPACIDAD DE PASO Y LLENADO (FLUIDEZ CONFINADA)						
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :						
RELACIÓN A/C						
AGREGADO GRUESO		AGUA :		ADITIVO :		
AGREGADO FINO		CEMENTO :		ADICIÓN :		
MATERIALES						
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)						
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)						
ADITIVO : Per Suplast 490						
Grupo de Estudio	Nº de Ensayo	h1 (cm)	h2 (cm)	FB (h2/h1)	Promedio FB	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1					
	E2					
	E3					
Grupo Control 5% (RG1)	E1					
	E2					
	E3					
Grupo Control 10% (RG2)	E1					
	E2					
	E3					
Grupo Control 15% (RG3)	E1					
	E2					
	E3					
DATOS DEL EVALUADOR						Promedio de validación
Apellidos y Nombres:						
Registro CIP:						
RANGOS			CONFIABILIDAD			
0.81 - 1.00			MUY ALTA			
0.61 - 0.80			ALTA			
0.41 - 0.60			MODERADA			
0.21 - 0.40			BAJA			
0.01 - 0.20			MUY ALTA			FIRMA EVALUADOR



Alan Y. Valdizoso Velarde
ING. CIVIL
R. CIP. 94733

Figura 8: Ficha técnica para los ensayos de capacidad de paso de un CAC.

Fuente: Propia.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE									
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".									
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN									
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO									
LUGAR : CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO KEN S.A.C									
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD									
PROPIEDAD MECANICAS		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :									
RELACIÓN A/C	:	AGUA	: ADITIVO :						
AGREGADO GRUESO	:	CEMENTO	: ADICIÓN :						
AGREGADO FINO	:								
MATERIALES									
CEMENTO	:								
ADICIÓN	:								
ADITIVO	:								
D. probeta =									
Grupo de Estudio	Edad	Nº de Ensayo	Fecha de Elaboración	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%	Observaciones	
(Indicar el grupo en estudio)	3 días	E1							
		E2							
		E3							
		E4							
		E5							
	7 días	E1							
		E2							
		E3							
		E4							
		E5							
	28 días	E1							
		E2							
		E3							
		E4							
		E5							
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación	
Apellidos y Nombres:									
Registro CIP:									
RANGOS				CONFIABILIDAD					
0.81 - 1.00				MUY ALTA					
0.61 - 0.80				ALTA					
0.41 - 0.60				MODERADA					
0.21 - 0.40				BAJA					
0.01 - 0.20				MUY ALTA				FIRMA EVALUADOR	



Alan Y. Valderrama Vefarde
 ING. CIVIL
 R. CIP: 94733

Figura 9: Ficha técnica para los ensayos de resistencia a la compresión.

Fuente: Propia.

ANEXO 2: Propiedades físicas de los agregados gruesos y finos.

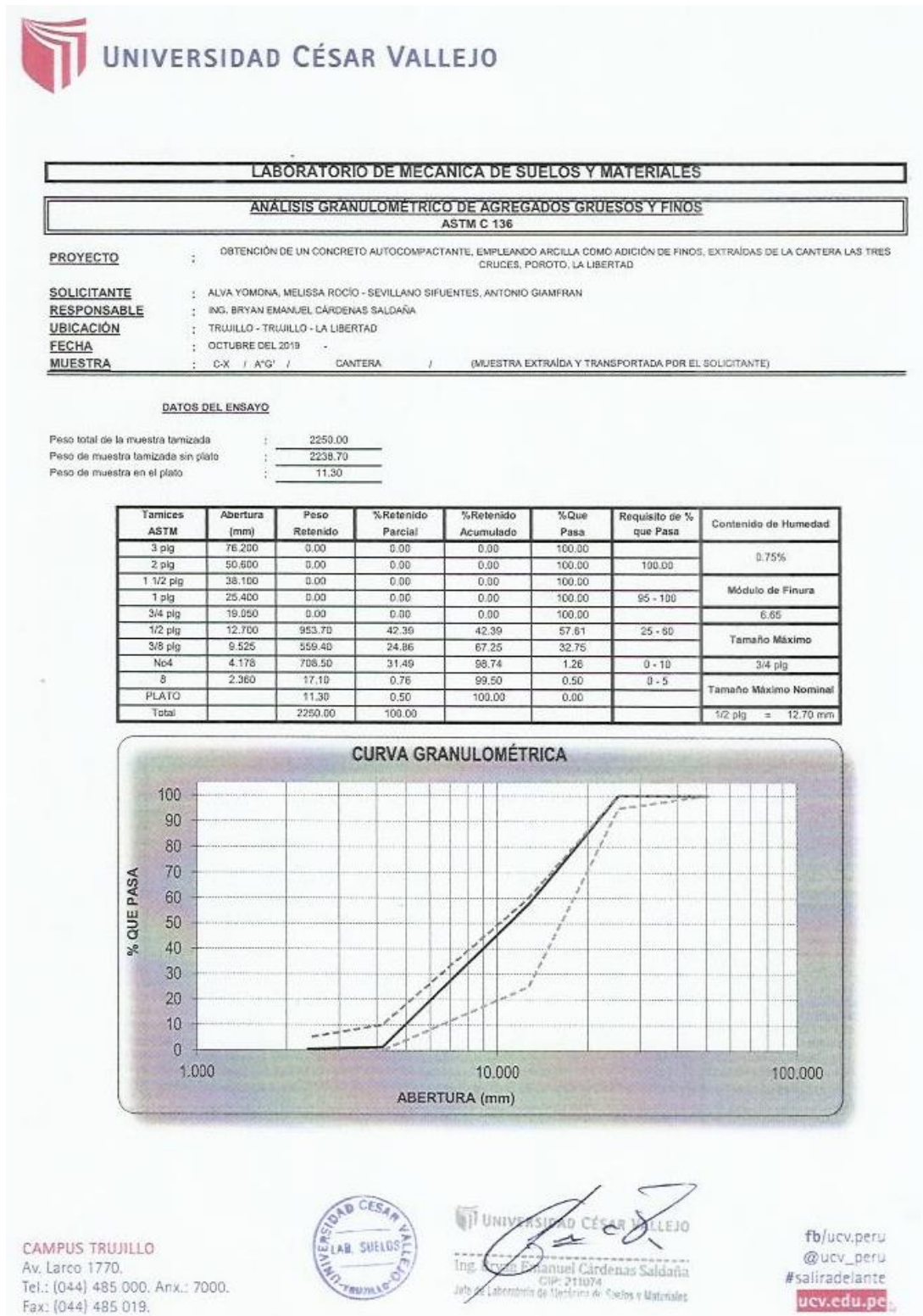


Figura 15: Análisis granulométrico del agregado grueso.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
ASTM C 127

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EWANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A°G° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2900.10	3003.80
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2952.50	3060.40
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1847.20	1911.00
Peso específico de masa (P _m)	2.62	2.61
Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{eSSS})	2.67	2.66
Peso específico aparente (P _{ea})	2.75	2.75
Absorción (%)	1.81	1.88
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (P _m)	2.62	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (P _{eSSS})	2.67	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (P _{ea})	2.75	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	1.85	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Ewanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 16: *Peso específico y absorción de agregado grueso.*

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO
MTC E 215

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, PORDO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A-G / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.07	48.64	48.87
Peso del tarro + suelo humedo (g)	182.10	157.88	145.70
Peso del tarro + suelo seco (g)	181.16	157.07	144.94
Peso del suelo seco (g)	131.09	108.43	96.07
Peso del agua (g)	0.94	0.81	0.76
% de humedad (%)	0.72	0.75	0.79
% de humedad promedio (%)	0.75		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 17: Contenido de humedad del agregado grueso.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29

PROYECTO	: OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	: ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019
MUESTRA	: C-X / A'G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8583.00	8583.00
Volúmen del frasco (cm ³)	10314.00	10314.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	23586.00	23546.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	15003.00	14963.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.455	1.451
Contenido de Humedad (%)	0.75%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.455	1.451
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.453	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1452.58	
% de Vacíos	44.53%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 18: *Peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso.*

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, PÓROTO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMONA, MELISSA RDCIO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A'G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8583.00	8583.00
Volúmen del frasco (cm ³)	10314.00	10314.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	24963.00	25009.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	16380.00	16426.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.588	1.593
Contenido de Humedad (%)	0.75%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.588	1.592
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.590	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1590.24	
% de Vacíos	39.27%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
1916 - Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 19: *Peso unitario suelto compactado y vacíos del agregado grueso.*

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C 136

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAIDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A'F' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

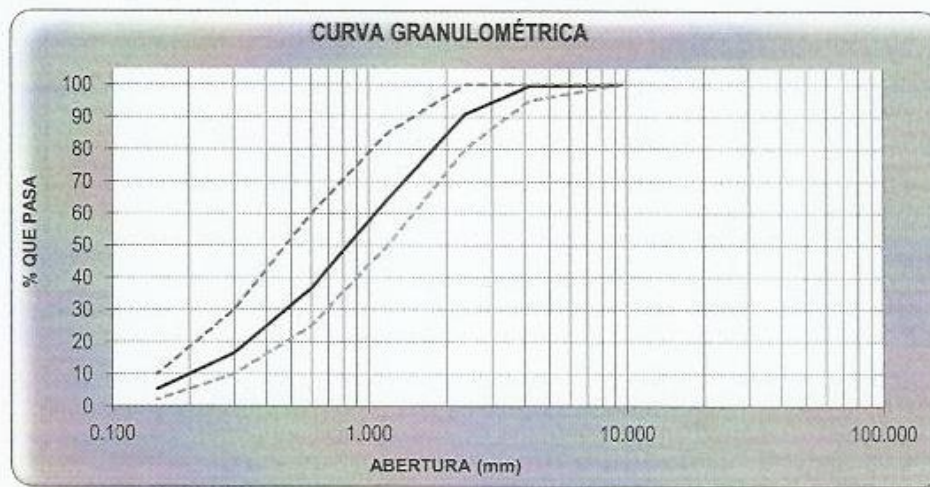
DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 1350.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 1278.40

Peso de muestra en el plato : 71.60

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	1.16%
No4	4.178	7.26	0.54	0.54	99.46	95 - 100	
8	2.360	118.09	8.60	9.14	90.86	80 - 100	Módulo de Finura
16	1.180	358.01	26.52	35.66	64.34	50 - 85	2.87
30	0.600	372.97	27.63	63.28	36.72	25 - 60	Tamaño Máximo
50	0.300	272.62	20.19	83.48	16.52	10 - 30	3/8"
100	0.150	151.45	11.22	94.70	5.30	2 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		71.60	5.30	100.00	0.00		
Total		1350.00	100.00				8 = 2.360 mm



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anix.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 20: Análisis granulométrico del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
ASTM C 128**

PROYECTO	: OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	: ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019
MUESTRA	: C-X / A*F / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	489.40	489.90
B= Peso de la fiola afroada llena de agua (g)	641.50	642.50
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	951.60	951.00
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.58	2.56
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.63	2.61
Peso específico aparente (Pea)	2.73	2.70
Absorción (%)	2.17	2.06
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.57	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	2.62	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.72	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2.11	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Figura 21: *Peso específico y absorción de agregado fino.*

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UC



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO
MTC E 215

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMDA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

MUESTRA : C-X / A* / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.55	50.27	54.97
Peso del tarro + suelo humedo (g)	177.85	166.91	189.50
Peso del tarro + suelo seco (g)	176.34	165.46	188.07
Peso del suelo seco (g)	125.79	115.19	133.10
Peso del agua (g)	1.51	1.45	1.43
% de humedad (%)	1.20	1.26	1.07
% de humedad promedio (%)	1.18		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770,
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 22: Contenido de humedad del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C-29

PROYECTO	: OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES. PORDO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	: ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019
MUESTRA	: C-X / A* / / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm ³)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	9497.00	9466.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4609.00	4578.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.523	1.513
Contenido de Humedad (%)	1.18%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.523	1.513
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.518	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1517.83	
% de Vacíos	40.89%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000, Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Figura 23: Peso unitario suelto y vacíos del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29**

PROYECTO	: OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	: ALVA YDMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019
MUESTRA	: C-X / A* / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm ³)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	10082.00	10077.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	5194.00	5189.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.716	1.715
Contenido de Humedad (%)	1.18%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.716	1.715
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.715	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1715.43	
% de Vacíos	33.19%	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 24: *Peso unitario suelto compactado y vacíos del agregado fino.*

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.

ANEXO 3: MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Unión Nro. 150 Urb. El Viceroy de Ministerio Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



Planta: Pacasmayo

Cemento Pórtland Tipo I

17 de Junio de 2019

Periodo de despacho 01 de Mayo de 2019 - 31 de Mayo de 2019

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.3
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.0
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.6

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	7
Superficie específica (cm²/g)	2600 mín.	3980
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.08
Densidad (g/mL)	^	3.11
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	^	15.7
3 días	12.0	28.9
7 días	19.0	35.9
28 días ⁽⁰⁾	28.0	42.5
Tiempo de fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	115
Final, no mayor que:	375	239

^ No específica.

⁽⁰⁾ Requisito opcional.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de Abril del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2016.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Figura 25: *Ficha técnica del cemento.*

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A.

PER SUPLAST 490

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE ALTO DESEMPEÑO



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos de alto desempeño.



www.aditivosespeciales.com.pe

CAMPOS DE APLICACION

- Es adecuado para el concretos lanzados (shotcrete).
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante
 - Concreto autonivelante
 - Concreto para climas cálidos y/o sometido a trayectos largos o espera antes de su utilización
 - Concreto de alta reducción de agua (más de 35%)
 - Concreto de alta resistencia.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

BENEFICIOS

- PER SUPLAST 490 actúa por diferentes mecanismos.
- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Anula la exudación y la segregación.
 - Aumenta la cohesión del concreto.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero

DATOS TECNICOS

APARIENCIA:	Líquido
COLOR:	Marrón Claro
DENSIDAD:	1.06 gr / cc
PH:	5.3-5.4
VISCOSIDAD:	55.9-56.2 KU
BASE:	Solución acuosa de polycarboxilato modificado.
% SÓLIDOS:	59.0 ± 2.0
NORMAS / ESPECIFICACIONES:	PER SUPLAST 490 se clasifica según la norma ASTM-C-494 Tipo F y G.

PRODUCTO NO CONTROLADO POR SUNAT

RENDIMIENTO Y CONSUMO

Se sugiere realizar ensayos in situ en la obra para determinar la dosis adecuada. Cualquier duda y/o consulta contacte con el departamento técnico de ADITIVOS ESPECIALES SAC.

Consumo:

- Para concretos plásticos suaves: 0.4% – 1%
- Para concretos fluidos: 1% – 2.5%

ENVASES

PER SUPLAST 490, se ofrece a granel en envases de 1100kg, y cilindros de 220 kg. Siendo la vida útil en almacenamiento de 1 año en su envase original herméticamente cerrado bajo sombra.

ventas@aditivosespeciales.com.pe

Figura 26: Ficha técnica del aditivo.

Fuente: Aditivos Especiales S.A.C.



www.aditivosespeciales.com.pe

TIEMPO DE VIDA – ALMACENAMIENTO

Almacenamiento 12 meses a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

APLICACIÓN

El aditivo PER SUPLAST 490 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 5 minutos. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado. Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

PER SUPLAST 490 también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Precauciones de manipulación

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.



Distribuidores exclusivos en PERU:



Oficina-Arequipa
Calle Garcilazo de la Vega 211
Umacollo - Arequipa
Teléfono: 052020118 / 963356134
jbentia@aditivosespecialesur.com

Piura-Castilla
A. y Luis Morano 466
Miraflores
Teléfono: (073) 343927
*901627 - 969 667 666
lparodi@aditivosespeciales.com.pe

Oficina-Trujillo
JCB NEGOCIOS - DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
Calle Luis Valle Goicochea N° 483 - 491 - URBANIZACION PALERMO
jcb_negocios@jcbtrujillo.com
ventas@jcb@aditivosespecialesur.com

Oficina-Ayacucho
Tel: 056-313532
490070202

GARANTÍA LIMITADA.

Aditivos le garantiza en el momento y en el lugar que se efectúe el despacho, que nuestro material será de buena calidad y estará en conformidad con nuestras especificaciones publicadas vigentes en la fecha de aceptación del pedido.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD:

La ilustración contenida en el presente es solo un ejemplo orientativo para fines ilustrativos, y a nuestro más alto saber, es fiel y correcta. Sin embargo, ALCHIMICA no puede ofrecer, bajo ninguna circunstancia, garantía alguna de los resultados ni asumir ninguna responsabilidad en relación con el uso de este producto. Dado que ALCHIMICA no tiene ningún control sobre el uso que se pueda hacer de su producto, no recomendamos probar sus productos para determinar si son aptos para un uso específico por el usuario. Nuestra especificación es válida en una circunstancia determinada. La responsabilidad recae en el usuario en cuanto al diseño, la aplicación y la instalación correcta de cada producto. El fabricante y el usuario determinarán la idoneidad de los productos para una aplicación específica y asumirán toda responsabilidad en relación con la misma.

ventas@aditivosespeciales.com.pe

Figura 27: Ficha técnica del aditivo.

Fuente: Aditivos Especiales S.A.C.

Trujillo, 24 de septiembre de 2019

OFICIO N° 001 – 2019/MRAY-PAIC-FI-UCV

Señor(a):

NILTON CASTRO GUEVARA
GERENTE GENERAL LADRILLOS FORTE
TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD

Presente:-

De mi consideración:

Por intermedio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores, Distrito y Provincia de Trujillo, departamento de la Libertad y a la vez presentar a la Srta. **ALVA YOMONA MELISSA ROCIO**, con DNI: 70237351 y al Sr. **SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN**, con DNI: 47742619. Estudiantes del IX Ciclo del Programa Académico de INGENIERÍA CIVIL, de esta Universidad.

Los estudiantes, se encuentran desarrollando el Proyecto de investigación titulado **"DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EMPLEANDO RESIDUOS FINOS DE ACERO CORRUGADO GRADO 60"**, según resolución N° 2937-2019/FI-UCV, sin embargo se ha considerado cambiar el material con el cual se desarrollará a criterio de los estudiantes. En ese sentido, recorro a usted a fin de solicitarle apoyo y facilidades necesarias para adquirir el material pertinente.

Así mismo hacemos de conocimiento que nuestros estudiantes coordinaran previamente con el personal que usted designe para su atención.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente


Dr. Alan Fortín Valdivieso Cetarde
DIRECTOR
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

C.C. File

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770
Tel.: [044] 485 000. Anx.: 7000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante

Figura 28: *Solicitud para obtener material de arcilla.*

Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : ALVA YOMONA, MELISSA ROCÍO - SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : POROTO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 CANTERA

MUESTRA : C-X / E-X / TRES CRUCES / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 500.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 0.00

Peso de muestra en el plato : 500.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00
No16	1.18	0.00	0.00	0.00	100.00
No30	0.60	0.00	0.00	0.00	100.00
No50	0.30	0.00	0.00	0.00	100.00
No100	0.15	0.00	0.00	0.00	100.00
No200	0.074	0.00	0.00	0.00	100.00
PLATO		500.00	100.00	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

El 100% del material ensayado pasa la malla N° 200, lo que demuestra que posee propiedades cementicias.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Calle Laborística de Comercio de Trujillo y Miraflores

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Figura 29: Análisis granulométrico del material adicionante.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV.

ANEXO 4: ENSAYO EN ESTADO FRESCO DEL CAC

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE								
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN								
INTRUMENTO : CONO DE ABRAMS								
FECHA : 24/10/2019								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD FÍSICA				CAPACIDAD DE LLENADO (FLUIDEZ NO CONFINADA)				
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C : 0.40								
AGREGADO GRUESO : 732.89 kg		AGUA : 183.00 kg		ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)				
AGREGADO FINO : 971.508 kg		CEMENTO : 460.00 kg		ADICIÓN : 5%, 10% y 15%				
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)								
ADITIVO : Per Suplast 490								
Grupo de Estudio	N° de Ensayo	d1 (cm)	d2 (cm)	Dmáx (cm)	Promedio df	T500 (seg)	Promedio (s)	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1	66.00	64.00	65.00	64.88	5.51	5.37	
		65.00	64.50	64.75		5.23		
	E2	65.50	65.00	65.25	65.58	5.99	6.01	
		65.80	66.00	65.90		6.02		
	E3	60.40	61.20	60.80	62.15	5.36	5.9	
		63.00	64.00	63.50		6.44		
Grupo Control 5% (RG1)	E1	62.00	62.00	62.00	61.93	6.67	6.08	
		62.20	61.50	61.85		5.49		
	E2	61.40	61.40	61.40	61.33	6.01	5.87	
		61.50	61.00	61.25		5.72		
	E3	60.50	61.00	60.75	61.58	5.15	5.64	
		62.30	62.50	62.40		6.12		
Grupo Control 10% (RG2)	E1	58.50	57.00	57.75	58.88	7.24	7.96	
		60.00	60.00	60.00		8.67		
	E2	57.80	58.00	57.90	59.08	8.56	8.79	
		60.50	60.00	60.25		9.01		
	E3	58.00	59.00	58.50	55.50	7.21	7.45	
		55.00	50.00	52.50		7.69		
Grupo Control 15% (RG3)	E1	39.00	38.00	38.50	37.70	21.81	20.94	
		36.80	37.00	36.90		20.06		
	E2	35.40	36.00	35.70	36.73	22.2	21.99	
		38.50	37.00	37.75		21.78		
	E3	39.50	39.50	39.50	38.50	23.18	22.88	
		37.00	38.00	37.50		22.58		
DATOS DEL EVALUADOR								
Apellidos y Nombres:							Promedio de validación	
Registro :								
RANGOS				CONFIABILIDAD				
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				

Act
Ira
Edin Milton Blas Calderón
TECNICO EN EDIFICACIONES
N° TP 00838

Figura 60: Ficha con resultados del ensayo de extensión de flujo.

Fuente: Elaboración propia


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE				
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".				
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN				
INTRUMENTO : EMBUDO V (V - FUNNEL)				
FECHA : 28/11/2019				
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD				
PROPIEDAD FÍSICA		CAPACIDAD DE LLENADO (FLUIDEZ NO CONFINADA)		
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3)				
RELACIÓN A/C 0.40				
AGREGADO GRUESO 732.89 kg		AGUA : 183.00 kg		ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)
AGREGADO FINO 971.508 kg		CEMENTO : 460.00 kg		ADICIÓN : 5%, 10% y 15%
MATERIALES				
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)				
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)				
ADITIVO : Per Suplast 490				
Grupo de Estudio	N° de Ensayo	Tiempo de flujo (s)	Promedio (s)	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1	10.7	10.45	
		10.2		
	E2	9.95	10.32	
		10.68		
	E3	9.67	10.22	
		10.77		
Grupo Control 5% (RG1)	E1	11.62	11.51	
		11.39		
	E2	10.58	11.27	
		11.96		
	E3	12.01	11.72	
		11.43		
Grupo Control 10% (RG2)	E1	12.28	12.32	
		12.35		
	E2	12.86	12.77	
		12.67		
	E3	12.94	12.21	
		11.48		
Grupo Control 15% (RG3)	E1	38.09	36.88	
		35.67		
	E2	36.79	36.13	
		35.47		
	E3	38.21	37.92	
		37.62		
DATOS DEL EVALUADOR				Promedio de validación
Apellidos y Nombres:				Edin Milton Blas Calderón
Registro :				N° TP 00838
RANGOS		CONFIABILIDAD		 FIRMA EVALUADOR Edin Milton Blas Calderón TÉCNICO EN EDIFICACIONES N° TP 00838
0.81 - 1.00		MUY ALTA		
0.61 - 0.80		ALTA		
0.41 - 0.60		MODERADA		
0.21 - 0.40		BAJA		
0.01 - 0.20		MUY ALTA		

Figura 69: Ficha con resultados del ensayo de capacidad de llenado.

Fuente: Elaboración propia.

FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".

INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO
: SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN

INTRUMENTO : CAJA L (L - BOX)

FECHA : 28/11/2019

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

PROPIEDAD FÍSICA : CAPACIDAD DE PASO Y LLENADO (FLUIDEZ CONFINADA)

PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :

RELACIÓN A/C : 0.40

AGREGADO GRUESO : 732.89 kg **AGUA** : 183.00 kg **ADITIVO** : 6.44 kg (1.4%)

AGREGADO FINO : 971.508 kg **CEMENTO** : 460.00 kg **ADICIÓN** : 5%, 10% y 15%

MATERIALES
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)

ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)

ADITIVO : Per Suplast 490

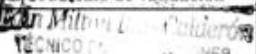
Grupo de Estudio	N° de Ensayo	h1(cm)	h2 (cm)	FB (h2/h1)	Promedio FB	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	E1	10.50	7.90	0.75	0.72	
		13.30	9.00	0.68		
	E2	10.50	8.80	0.84	0.79	
		10.00	7.30	0.73		
	E3	11.40	7.70	0.68	0.71	
		10.80	8.00	0.74		
Grupo Control 5% (RG1)	E1	12.60	7.50	0.60	0.65	
		12.80	8.90	0.70		
	E2	12.50	8.20	0.66	0.65	
		12.00	7.50	0.63		
	E3	12.60	7.80	0.62	0.61	
		12.60	7.50	0.60		
Grupo Control 10% (RG2)	E1	42.00	2.50	0.06	0.05	
		34.00	1.00	0.03		
	E2	37.00	4.50	0.12	0.09	
		40.50	2.50	0.06		
	E3	37.00	3.80	0.10	0.08	
		41.70	2.10	0.05		
Grupo Control 15% (RG3)	E1	21.60	0.00	0.00	0.05	
		22.00	2.00	0.09		
	E2	21.00	1.00	0.05	0.04	
		22.50	0.50	0.02		
	E3	21.30	0.00	0.00	0.03	
		19.80	1.20	0.06		

DATOS DEL EVALUADOR

Apellidos y Nombres:

Registro :

Promedio de validación


 Edin Milton Blas Calderón
TÉCNICO EN EDIFICACIONES

N° TP 00838

RANGOS	CONFIABILIDAD
0.81 - 1.00	MUY ALTA
0.61 - 0.80	ALTA
0.41 - 0.60	MODERADA
0.21 - 0.40	BAJA
0.01 - 0.20	MUY ALTA


FIRMA EVALUADOR

 Edin Milton Blas Calderón
TÉCNICO EN EDIFICACIONES
N° TP 00838

Figura 77: Ficha con resultados del ensayo de capacidad de paso.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE								
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN								
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO								
LUGAR : CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO KEN S.A.C								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD MECANICAS		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C : 0.40								
AGREGADO GRUESO :		AGUA : 183.00 kg						
AGREGADO FINO :		CEMENTO : 460.00 kg						
		ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)						
		ADICIÓN : 5%, 10% y 15%						
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)								
ADITIVO : Per Suplast 490								
D. probeta = 78.5398 cm²								
Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Fecha de Elaboración	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%	Observaciones
Grupo Patrón (RG)	3 días	E1	28/11/2019	29015	369	353.0	168	
			28/11/2019	26478	337			
		E2	28/11/2019	28645	365	367.0	175	
			28/11/2019	28988	369			
		E3	28/11/2019	29125	371	363.5	173	
			28/11/2019	27998	356			
		E4	28/11/2019	30519	389	385.0	183	
			28/11/2019	29941	381			
		E5	28/11/2019	32548	414	429.5	205	
			28/11/2019	34961	445			
	7 días	E1	28/11/2019	42269	538	559.5	266	
			28/11/2019	45645	581			
		E2	28/11/2019	37337	475	496.0	236	
			28/11/2019	40598	517			
		E3	28/11/2019	46987	598	586.5	279	
			28/11/2019	45156	575			
		E4	28/11/2019	38965	496	487.0	232	
			28/11/2019	37512	478			
		E5	28/11/2019	44693	569	542.0	258	
			28/11/2019	40478	515			
28 días	E1	24/10/2019	48654	619	620.0	295		
		24/10/2019	48751	621				
	E2	24/10/2019	40213	512	577.0	275		
		24/10/2019	50413	642				
	E3	24/10/2019	45621	581	609.5	290		
		24/10/2019	50123	638				
	E4	24/10/2019	47596	606	614.5	293		
		24/10/2019	48931	623				
	E5	24/10/2019	49782	634	636.0	303		
		24/10/2019	50142	638				
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación
Apellidos y Nombres:								
Registro :								
RANGOS				CONFIABILIDAD				 FIRMA EVALUADOR TÉCNICO EN EDIFICACIONES N° TP 00838
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				

Figura 114: Ficha con resultados del ensayo $f'c$ al concreto de mezcla patrón.

Fuente: Elaboración propia.


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE								
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIANFRAN								
INTRUMENTO : PRENSA DE CONCRETO								
LUGAR : CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO KEN S.A.C								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD MECANICAS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C : 0.40								
AGREGADO GRUESO : 732.89 kg AGUA : 183.00 kg ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)								
AGREGADO FINO : 971.508 kg CEMENTO : 460.00 kg ADICIÓN : 5%, 10% y 15%								
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200)								
ADITIVO : Per Suplast 490								
D. probeta = 78.5398 cm2								
Grupo de Estudio	Edad	Nº de Ensayo	Fecha de elaboración	Carga	Resistencia (kg/cm2)	Promedio	%	Observaciones
Grupo Control 5% (RG1)	3 días	E1	28/11/2019	18620	237	242.5	115	
			28/11/2019	19449	248			
		E2	28/11/2019	20798	265	263	125	
			28/11/2019	20523	261			
		E3	28/11/2019	21489	274	281	134	
			28/11/2019	22639	288			
		E4	28/11/2019	25461	324	299.5	143	
			28/11/2019	21563	275			
		E5	28/11/2019	32548	414	429.5	205	
			28/11/2019	34961	445			
	7 días	E1	28/11/2019	39541	503	514.5	245	
			28/11/2019	41311	526			
		E2	28/11/2019	37337	475	496	236	
			28/11/2019	40598	517			
		E3	28/11/2019	40258	513	521.5	248	
			28/11/2019	41591	530			
		E4	28/11/2019	38965	496	487	232	
			28/11/2019	37512	478			
		E5	28/11/2019	40781	519	517	246	
			28/11/2019	40478	515			
	28 días	E1	24/10/2019	43159	550	579.5	276	
			24/10/2019	47812	609			
		E2	24/10/2019	40213	512	562.5	268	
			24/10/2019	48152	613			
		E3	24/10/2019	45621	581	575	274	
24/10/2019			44656	569				
E4		24/10/2019	46596	593	601.5	286		
		24/10/2019	47891	610				
E5		24/10/2019	46897	597	605	288		
		24/10/2019	48126	613				
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación
Apellidos y Nombres:								
Registro :								
RANGOS				CONFIABILIDAD				 FIRMA - EVALUADOR Edm Milton Blas Calderón TÉCNICO EN EDIFICACIONES N° TP 00838
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				

Figura 118: Ficha con resultados del ensayo $f'c$ al concreto con 5% de adición.

Fuente: Elaboración propia.


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE		
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN								
INTRUMENTO : PRENSA DE CONCRETO								
LUGAR : CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO KEN S.A.C								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD MECANICAS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C : 0.40								
AGREGADO GRUESO : 732.89 kg AGUA : 183.00 kg ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)								
AGREGADO FINO : 971.508 kg CEMENTO : 460.00 kg ADICIÓN : 5%, 10% y 15%								
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo I (pacasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200) D. probeta = 78.5398 cm ²								
ADITIVO : Per Suplast 490								
Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Fecha de elaboración	Carga	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio	%	Observaciones
Grupo Control 10% (RG2)	3 días	E1	28/11/2019	17557	224	227.0	108	
			28/11/2019	18025	230			
		E2	28/11/2019	17111	218	237.5	113	
			28/11/2019	20156	257			
		E3	28/11/2019	19542	249	238.0	113	
			28/11/2019	17841	227			
	E4	28/11/2019	21451	273	280.0	133		
		28/11/2019	22561	287				
	E5	28/11/2019	17853	227	230.5	110		
		28/11/2019	18412	234				
	7 días	E1	28/11/2019	37202	474	469.0	223	
			28/11/2019	36477	464			
		E2	28/11/2019	37081	472	487.0	232	
			28/11/2019	39412	502			
		E3	28/11/2019	36941	470	486.0	231	
			28/11/2019	39451	502			
	E4	28/11/2019	37097	472	478.0	228		
		28/11/2019	38015	484				
	E5	28/11/2019	36477	464	469.5	224		
		28/11/2019	37302	475				
	28 días	E1	24/10/2019	39623	504	501.0	239	
24/10/2019			39112	498				
E2		24/10/2019	39862	508	503.5	240		
		24/10/2019	39217	499				
E3		24/10/2019	39915	508	518.5	247		
		24/10/2019	41537	529				
E4	24/10/2019	38945	496	497.0	237			
	24/10/2019	39112	498					
E5	24/10/2019	41338	526	527.5	251			
	24/10/2019	41537	529					
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación
Apellidos y Nombres:								
Registro :								
RANGOS				CONFIABILIDAD				 FIRMA DEL EVALUADOR TÉCNICO EN EDIFICACIONES N° TP 00838
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				

Figura 122: Ficha con resultados del ensayo f_c al concreto con 10% de adición.

Fuente: Elaboración propia.


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
FICHA TÉCNICA PARA LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE								
PROYECTO : "OBTENCIÓN DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, EMPLEANDO ARCILLA COMO ADICIÓN DE FINOS, EXTRAÍDAS DE LA CANTERA LAS TRES CRUCES, POROTO, LA LIBERTAD".								
INTEGRANTES : ALVA YOMONA, MELISSA ROCIO : SEVILLANO SIFUENTES, ANTONIO GIAMFRAN								
INTRUMENTO : PRENSA DE CONCRETO								
LUGAR : CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO KEN S.A.C								
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD								
PROPIEDAD MECANICAS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
PROPORCIÓN DE MEZCLA (m3) :								
RELACIÓN A/C : 0.40								
AGREGADO GRUESO : 732.89 kg AGUA : 183.00 kg ADITIVO : 6.44 kg (1.4%)								
AGREGADO FINO : 971.508 kg CEMENTO : 460.00 kg ADICIÓN : 5%, 10% y 15%								
MATERIALES								
CEMENTO : Tipo 1 (pocasmayo)								
ADICIÓN : Arcilla (pasantes de la malla N° 200) D. probeta = 78.5398 cm2								
ADITIVO : Per Suplast 490								
Grupo de Estudio	Edad	N° de Ensayo	Fecha de elaboración	Carga	Resistencia (kg/cm2)	Promedio	%	Observaciones
Grupo Control 15% (RG3)	3 días	E1	28/11/2019	15013	191	189.5	90	
			28/11/2019	14738	188			
		E2	28/11/2019	14218	181	194	92	
			28/11/2019	16251	207			
		E3	28/11/2019	15963	203	201	96	
	28/11/2019		15621	199				
	7 días	E4	28/11/2019	16322	208	224.5	107	
			28/11/2019	18963	241			
		E5	28/11/2019	19623	250	242.5	115	
			28/11/2019	18421	235			
		28 días	E1	28/11/2019	25491	325	317	151
	28/11/2019			24243	309			
	E2		28/11/2019	21342	272	277	132	
			28/11/2019	22136	282			
	28 días		E3	28/11/2019	20154	257	273	130
28/11/2019		22694		289				
E4		28/11/2019	23514	299	292.5	139		
		28/11/2019	22461	286				
28 días		E5	28/11/2019	21478	273	285	136	
	28/11/2019		23347	297				
	E1	24/10/2019	27168	346	325	155		
		24/10/2019	23879	304				
	E2	24/10/2019	28087	358	347.5	165		
24/10/2019		26447	337					
E3	24/10/2019	22235	283	316.5	151			
	24/10/2019	27478	350					
	24/10/2019	29361	374					
E4	24/10/2019	31946	407	390.5	186			
	24/10/2019	30152	384					
E5	24/10/2019	33510	427	405.5	193			
DATOS DEL EVALUADOR								Promedio de validación
Apellidos y Nombres:								
Registro:								
RANGOS				CONFIABILIDAD				 Edith María Blázquez TECNICO EN EDIFICACIONES N.º TP. 0380
0.81 - 1.00				MUY ALTA				
0.61 - 0.80				ALTA				
0.41 - 0.60				MODERADA				
0.21 - 0.40				BAJA				
0.01 - 0.20				MUY ALTA				

Figura 126: Ficha con resultados del ensayo f'c al concreto con 15% de adición.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6: CUADROS EMPLEADOS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Cuadro 8: *Tabla de las características cuantitativas de los materiales*

Características cuantitativas	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1517.83	1590.24
Peso unitario compactado (kg/cm ³)	1715.43	1452.58
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.57	2.62
Contenido de humedad (% H)	1.18%	0.75
Porcentaje de absorción (% abs)	2.11%	1.85
Módulo de finura	2.87	6.65
Tamaño máximo nominal	8 = 2.36 mm	1/2" = 12.70 mm
Peso específico del cemento (gr/cm ³)	3.11	
Aditivo: dosificación para C° fluidos	1% - 2.5 %	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9: Mezclas donde los flujos de asentamiento pueden requerir vibrado.

Tipo de aplicación	Nivel de dificultad	Extensión de flujo		
		< 22 pulg (<550 mm)	22 a 26 pulg (550 a 650 mm)	>26 pulg (>650mm)
Nivel de reforzamiento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Complejidad de la forma del elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Profundidad del elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Importancia del acabado de la superficie	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Longitud del elemento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Espesor de la pared	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido de agregado grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Fuente: (Dackson y Constantiner 2001) – ACI 237R – 07.

Cuadro 10: *Volumen de agregado grueso.*

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DEL VOLUMEN (b/b)					
D n máx.	Módulo de finura de la arena				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.68
1 1/2"	0.70	0.74	0.72	0.09	0.07
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: ACI 211.1: Tabla 3.1 – volumen del agregado

Cuadro 11: *Cantidad de cemento en función del flujo de extensión*

	Caída de flujo de <22 pulg. (<550 mm)	Caída de flujo de 22 a 26 pulg. (550 a 600 mm)	Caída de flujo de > 26 pulg. (> 650 mm)
Contenido en polvo, lb / yd³ (kg / m³)	600 a 650 (355 a 385)	650 a 750 (385 a 445)	750+ (458+)

Fuente: ACI 237 R – 07: Tabla 4.1 - Rango de contenido de cemento (polvo) sugerido.

Cuadro 12: *Contenido de aire*

D n máx.	Aire (%) atrapado
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Fuente: ACI 211.1: Tabla 4.0 – contenido de aire

Cuadro 13: Diseños teóricos fallidos realizados.

Material de diseños por 1m3				
Cemento	500.00 kg	500.00 kg	440.00 kg	460.00 kg
Agua	177.11 kg	200.00 kg	193.00 kg	170.00 kg
a/c	0.35	0.40	0.44	0.36
Arena	927.02 kg	813.919 kg	928.80 kg	878.80 kg
Piedra	786.52 kg	780.66 kg	775.60 kg	825.60 kg
Aditivo	5.00 kg (1%)	5.5kg (1.1%)	4.72kg (1.3%)	5.98kg (1.3%)

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14: Materiales de diseño para ensayo 01 con ajuste para un metro cúbico.

Material de diseños por 1m3		
	1 m3	25 L
Cemento	460.00 kg	11.5 kg
Agua	176.32 kg	4. 41 kg
a/c	0.38	0.38
Arena	928.80 kg	23.22 kg
Piedra	775.60 kg	19.39 kg
Aditivo	6.90 kg (1.5%)	0.1725 kg

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15: Materiales de diseño para ensayo 02 con ajuste para un metro cúbico.

Material de diseños por 1m3		
	1 m3	25 L
Cemento	460.00 kg	11.5 kg
Agua	183.00 kg	4.58 kg
a/c	0.40	0.40
Arena	971.508 kg	24.29 kg
Piedra	732.89 kg	18.32 kg
Aditivo	6.44 kg (1.4%)	0.161 kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16: Materiales de diseño por bolsa de cemento.

	Peso por bolsa	Volumen (pie3)
Cemento = 1	42.5 kg	1
Agua =	16.90 kg	16.90
a/c = 0.40	0.40	0.40
Arena = 2	89.76 kg	2.1
Piedra = 1.6	67.71 kg	1.6

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17: Materiales de diseño para un metro cúbico y una tanda de 25L

Material de diseños por 1m3		
	1 m3	25 L
Cemento	460.00 kg	11.5 kg
Agua	183.00 kg	4.58 kg
a/c	0.40	0.40
Arena	971.508 kg	24.29 kg
Piedra	732.89 kg	18.32 kg
Aditivo	6.44 kg (1.4%)	0.161 kg
Adición	23 kg (5 %)	0.575 kg
	46 kg (10 %)	1.150 kg
	69 kg (15 %)	1.730 kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18: Parámetros para los ensayos en estado fresco del CAC

PARAMETROS PARA LOS ENSAYOS DE TRABAJABILIDAD	
Flujo de asentamiento (Abrams)	65 – 80 mm (± 1)
Flujo de asentamiento T500	2s – 5s
Embudo V	6s – 12s
Caja L	H2/H1 = 0.8 – 1.0

Fuente: Directrices del EFNARC – 2005.

ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO DEL DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN



Figura 10. Ubicación de la cantera Bauner SA.

Fuente: Google maps.



Figura 11. Almacenamiento del agregado fino.

Fuente: Propia.



Figura 12. Almacenamiento del agregado grueso.

Fuente: Propia.



Figura 13. Extracción del agregado grueso y fino.

Fuente: Propia.



Figura 14. Extracción del agregado grueso.

Fuente: Propia.



Figura 30. Apariencia grumosa, indicador de reacción del aditivo.

Fuente: Propia.



Figura 31. Se aprecia la separación entre la pasta y el agregado, indicando segregación y presencia excesiva de líquidos.

Fuente: Propia.



Figura 32. Se observa una mezcla con fluidez, sin embargo, presenta segregación, indicando exceso de líquido. Diseño fallido 2.

Fuente: Propia.



Figura 33. Mezcla con presencia de una relación no adecuada de agregados.
Diseño fallido 3.

Fuente: Propia.



Figura 34. Mezcla consistente, sin indicadores de segregación, pero sin la fluidez requerida, por lo cual, se hace el ajuste a partir de este diseño. Diseño fallido 4.

Fuente: Propia.



Figura 35. Ensayo de mini cono, para conocer la fluidez del mortero. Ensayo con ajuste 01

Fuente: Propia.



Figura 36. Ensayo de mini cono, $d_1 = 29 \text{ cm}$. Ensayo con ajuste 01

Fuente: Propia



Figura 37. Ensayo de mini como, $d_2 = 34 \text{ cm}$. Ensayo con ajuste 01

Fuente: Propia



Figura 38. Ensayo de mini embudo V Funnel, para medir el tiempo de fluidez.
Ensayo con ajuste 01.

Fuente: Propia.



Figura 39. Mezcla con el 1.5% de aditivo, apariencia efervescente, indicador de exceso de aditivo.

Fuente: Propia.



Figura 40. Mezcla con 1.5% de aditivo, presenta segregación.

Fuente: Propia.



Figura 41. 11.5 kg de cemento para una tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 42. 4.58 kg de agua para una tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 43. 24.29 kg de arena para una tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 44. 18.32 Kg de piedra para una tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 45. 0.161 kg de aditivo para una tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 46. 0.575 kg de adición, arcilla tamizada por la malla 200, representa el 5% del peso del cemento.

Fuente: Propia.



Figura 47. 1.150 kg de adición, arcilla tamizada por la malla 200, representa el 10 % del peso del cemento.

Fuente: Propia.



Figura 48. 1.725 kg de adición, arcilla tamizada por la malla 200, representa el 15 % del peso del cemento.

Fuente: Propia.



Figura 49. Materiales listos para realizar la tanda de 25 L.

Fuente: Propia.



Figura 50. Vertido de materiales, no olvidar iniciar con agua y los agregados.

Fuente: Propia.



Figura 51. Vertido de materiales, las adiciones pueden mezclarse con el cemento o adicionados como material dosificado.

Fuente: Propia.



Figura 52. Vertido de adición a la mezcla.

Fuente: Propia.



Figura 53: Apoyo y asistencia de profesionales técnicos para observar si la mezcla contaba con las características adecuadas.

Fuente: Propia.



Figura 54: Humedecer y nivelar la superficie de los instrumentos.

Fuente: Propia.



Figura 55. Moldes para el ensayo de flujo de asentamiento, humedecer superficies.

Fuente: Propia.



Figura 56. Vertido de la mezcla al cono, para realizar el ensayo de flujo.

Fuente: Propia.



Figura 57. Ensayo de extensión de flujo del CAC. Grupo patrón.

Fuente: Propia.



Figura 58. Ensayo de extensión de flujo del CAC grupo patrón.

Fuente: Propia.

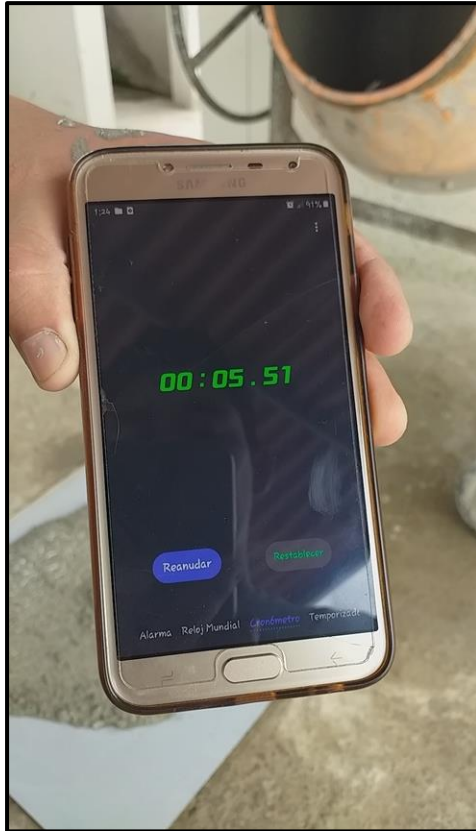


Figura 59. Ensayo para medir el tiempo de extensión del grupo patrón – ensayo T500.

Fuente: Propia.

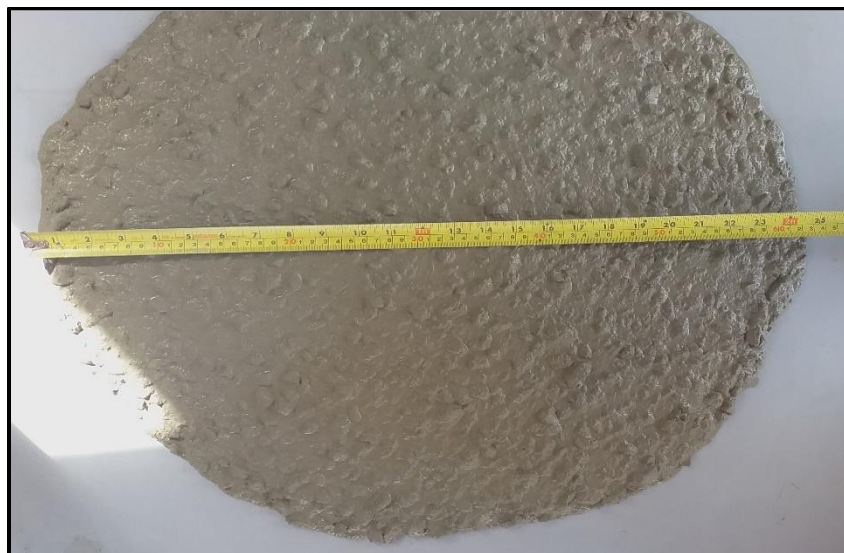


Figura 61. Ensayo de extensión de flujo del CAC grupo con adición al 5%.

Fuente: Propia.



Figura 62. Ensayo para la medida del tiempo del grupo con adición al 5% - ensayo T500.

Fuente: Propia.



Figura 63. Ensayo de extensión de flujo del CAC. Grupo con adición al 10%.

Fuente: Propia.



Figura 64. Ensayo de extensión de flujo del CAC – grupos con adición al 10%.

Fuente: Propia.



Figura 65. Ensayo para la medida del tiempo de grupo con adición al 10% - ensayo T500.

Fuente: Propia.



Figura 66: Ensayo de extensión de flujo del CAC grupo con adición al 15%.

Fuente: Propia.



Figura 67. Ensayo de extensión de flujo del CAC grupo con adición al 15%

Fuente: Propia.



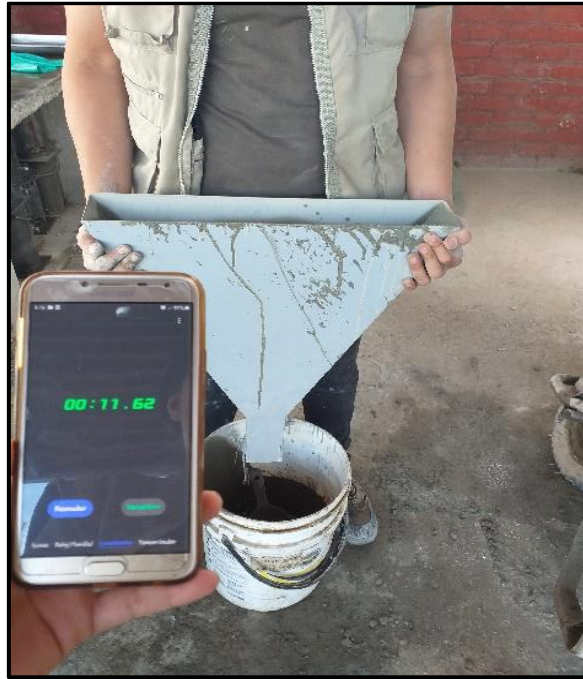
Figura 68. Ensayo para la medida del tiempo del grupo con adición al 15% - ensayo T500.

Fuente: Propia.



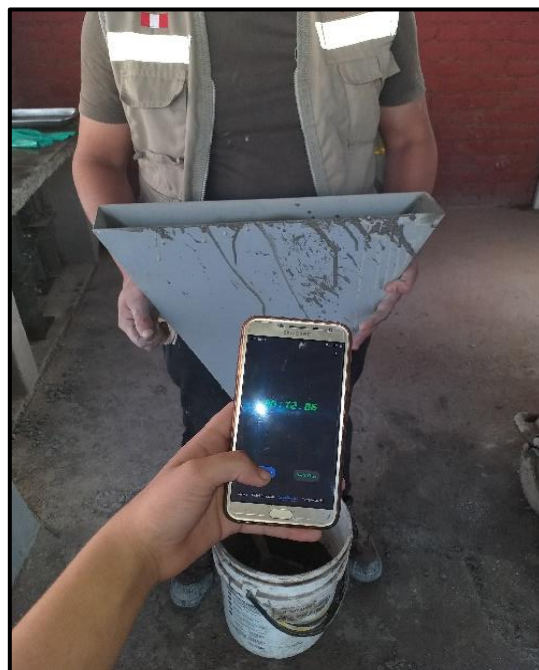
Fotografía 70. Ensayo de Funnel V, se inicia la descarga y simultáneamente se inicia a tomar el tiempo.

Fuente: Propia.



Fotografía 71. Ensayo para la medida del tiempo del grupo patrón – ensayo Funnel V.

Fuente: Propia.



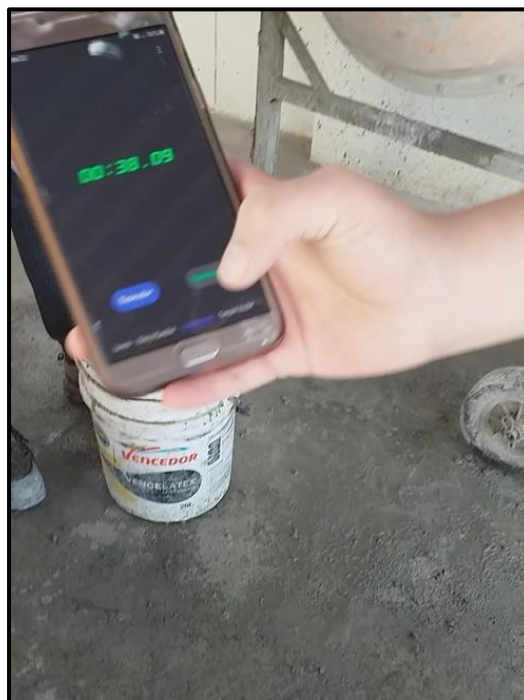
Fotografía 72. Ensayo para la medida del tiempo del grupo con adición al 5% - ensayo Funnel V.

Fuente: Propia.



Fotografía 73. Ensayo para la medida del tiempo del grupo con adición al 10% - ensayo Funnel V.

Fuente: Propia.



Fotografía 74. Ensayo para la medida del tiempo del grupo con adición al 15% - ensayo Funnel V.

Fuente: Propia.



Fotografía 75. Humedecer la superficie del molde, ubicar en una superficie nivelada y cerrar las compuertas para su llenado.

Fuente: Propia.



Fotografía 76. Llenado del molde para realizar el ensayo de la capacidad de paso, caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 78. Ensayo de la capacidad de paso, caja L grupo patrón.

Fuente: Propia.



Fotografía 79. Medida para sacar la altura h_2 , grupo patrón – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 80. Medida para sacar la altura h_1 , grupo patrón – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 81. Ensayo de la capacidad de paso, caja L grupo al 5% de adición.

Fuente: Propia.



Fotografía 82. Medida para sacar la altura h_2 , grupo al 5% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 83. Medida para sacar la altura h_1 , grupo al 5% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 84. Ensayo de la capacidad de paso, caja L grupo al 10% de adición.

Fuente: Propia.



Fotografía 85. Medida para sacar la altura h_2 , grupo al 10% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 86. Medida para sacar la altura h_1 , grupo al 10% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 87. Ensayo de la capacidad de paso, caja L grupo al 15% de adición.

Fuente: Propia.



Fotografía 88. Medida para sacar la altura h_2 , grupo al 15% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 89. Medida para sacar la altura h_1 , grupo al 15% de adición – ensayo caja L.

Fuente: Propia.



Fotografía 90. Engrasado de los moldes de probetas.

Fuente: Propia.



Fotografía 91. Engrasado y llenado de los moldes de probetas.

Fuente: Propia.



Fotografía 92. Engrasado y llenado de los moldes de probetas.

Fuente: Propia.



Fotografía 93. Consistencia de la mezcla patrón y al 5% de adición, no requiere compactación

Fuente: Propia.



Fotografía 94. Llenado de probetas con mezcla de 10% y 15% de adición, no requiere compactación

Fuente: Propia



Fotografía 95. Llenado de probetas con mezcla de 10% y 15% de adición, no requiere compactación

Fuente: Propia



Fotografía 96. Probetas para desencofrar, grupo patrón, al 5%, 10% y 15% para 28 días.

Fuente: Propia



Fotografía 97. Elaboración de probetas, grupo patrón, al 5%, 10% y 15% para 7 días.

Fuente: Propia.



Fotografía 98. Elaboración de probetas, grupo patrón para 3 días

Fuente: Propia.



Fotografía 99. Elaboración de probetas, grupo al 5% para 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 100. Elaboración de probetas, grupo al 10% para 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 101. Elaboración de probetas, grupo al 15% para 3 días.

Fuente: Propia



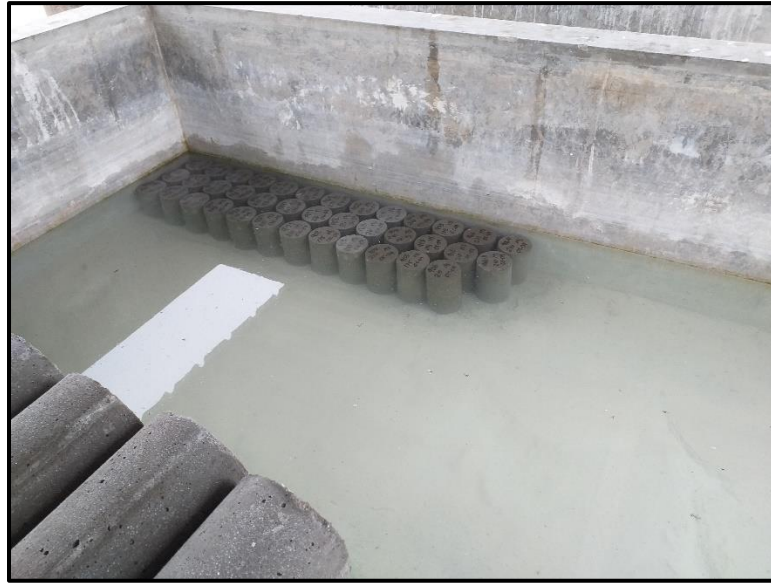
Fotografía 102. Se sacan del molde para su curado apropiado.

Fuente: Propia



Fotografía 103. Colocado de probetas a las piscinas para su curado.

Fuente: Propia



Fotografía 104. Grupo de probetas patrón de 28 días.

Fuente: Propia



Fotografía 105. Grupos de probetas de patrón, 5%, 10% y 15% de adición para 28, 7 y 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 106. Grupos de probetas para su curado.

Fuente: Propia



Fotografía 107. Grupos de probetas para su curado.

Fuente: Propia



Fotografía 108. Extracción de probetas para realizar la rotura de las mismas

Fuente: Propia



Fotografía 109. Colocado de probetas a las piscinas para su curado.

Fuente: Propia



Fotografía 110. Organización de probetas para su debida rotura.

Fuente: Propia



Fotografía 111. Indicaciones para la configuración de la prensa.

Fuente: Propia



Fotografía 112. Configuración de la prensa.

Fuente: Propia



Fotografía 113. Se coloca las probetas en la prensa.

Fuente: Propia



Fotografía 115. Ruptura de probetas grupo patrón 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 116. Ruptura de probetas grupo patrón 7 días.

Fuente: Propia



Fotografía 117. Ruptura de probetas grupo patrón 28 días.

Fuente: Propia



Fotografía 119. Ruptura de probetas grupo al 5% de adición 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 120. Ruptura de probetas grupo al 5% de adición 7 días.

Fuente: Propia



Fotografía 121. Ruptura de probetas grupo al 5% de adición 28 días.

Fuente: Propia



Fotografía 123. Ruptura de probetas grupo al 10% de adición 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 124. Ruptura de probetas grupo al 10% de adición 7 días.

Fuente: Propia



Fotografía 125. Ruptura de probetas grupo al 10% de adición 28 días.

Fuente: Propia



Fotografía 127. Ruptura de probetas grupo al 15% de adición 3 días.

Fuente: Propia



Fotografía 128. Ruptura de probetas grupo al 15% de adición 7 días.

Fuente: Propia











Fotografía 129. Ruptura de probetas grupo al 15% de adición 28 días.


Fuente: Propia

1. DATOS GENERALES

Filial / sede:	Trojillo	Período académico:	2019 - II
Programa académico:	Pregado	Ciclo:	X
Docente:	Humberto Castillo Chávez	E-mail:	

N°	Autor	Fecha	Hora	Breve descripción de la asesoría
1	Alva Yamona Melissa	27/09/2019	8:00 pm	Revisión del diseño de mezclas. 
2	Alva Yamona Melissa	15/10/2019	9:00 am	Revisión de las propiedades físicas de la mezcla. 
3	Alva Yamona Melissa	25/10/2019	7:30 pm	Revisión de la información recolectada. 
4	Alva Yamona Melissa	30/10/2019	10:00 am	Revisión de la propiedad mecánica de concreto. 
5	Alva Yamona Melissa	08/11/2019	7:30 pm	Revisión de los resultados de probetas. 
6	Alva Yamona Melissa	19/11/2019	5:30 pm	Revisión de datos SPSS ANOVA. 
7	Alva Yamona Melissa	06/12/2019	11:30 am	Revisión de los instrumentos de validación. 
8	Alva Yamona Melissa	10/12/2019	8:00 pm	Revisión de recomendaciones y conclusiones. 
9				
10				
11				
12				

100%



Firma del Docente

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

1. DATOS GENERALES

Filial / sede:	Tupiza	Período académico:	2019 - II
Programa académico:	Pregrado	Ciclo:	X
Docente:	Humberto Castillo Chavez	E-mail:	

Nº	Autor	Fecha	Hora	Breve descripción de la asesoría
1	Sevillano Siquentes Antonio	27/09/2019	6:00 pm	Revisión del diseño de mezclas
2	Sevillano Siquentes Antonio	15/10/2019	7:00 am	Revisión de las propiedades físicas de la mezcla
3	Sevillano Siquentes Antonio	25/10/2019	7:30 pm	Revisión de la información recolectada
4	Sevillano Siquentes Antonio	30/10/2019	10:00 am	Revisión de propiedades mecánicas del concreto
5	Sevillano Siquentes Antonio	08/11/2019	7:30 pm	Revisión de los resultados de probetas
6	Sevillano Siquentes Antonio	19/11/2019	5:30 pm	Revisión de datos SPSS ANOVA
7	Sevillano Siquentes Antonio	06/12/2019	11:30 am	Revisión de los instrumentos de validación
8	Sevillano Siquentes Antonio	10/12/2019	8:00 pm	Revisión de recomendaciones y conclusiones
9				
10				
11				
12				

100%



Firma del Docente

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------