



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Efecto de cenizas de aserrín de madera y aditivo Z Fluidizante  
SR-TR931, en la resistencia y viscosidad del concreto auto-  
compactado”**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Tantaruna Encarnación, Pedro Juvenal** ([ORCID: 0000-0001-7492-1687](https://orcid.org/0000-0001-7492-1687))

**ASESOR:**

**Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos** ([ORCID: 0000-0003-2630-6190](https://orcid.org/0000-0003-2630-6190))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño Sísmico y Estructural**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

**Dedicatoria:**

Dar gracias a dios por Guiarme por el camino correcto, dándome salud y sapiencia para conducirme en la vida y lograr mis objetivos y metas.

A mis padres, por darme la vida, por inculcarme valores, mantener la unión familiar, por sus grandes sacrificios por darme una educación pese a sus limitaciones económicas. Esfuerzos que me sirvieron de ejemplo en la lucha por conseguir un objetivo trazado.

### **Agradecimiento:**

A nuestra alma mater, por la oportunidad de lograr obtener una segunda profesión, a los docentes que con sus enseñanzas y consejos contribuyeron en mi formación profesional y lograr el objetivo trazado.

A mi esposa, quien está a mi lado dándome el aliento para superar las dificultades que se presentaron y seguir en la lucha de la superación profesional y personal.

A mis hijos que son la fuente de mi inspiración y sacrificio.

A mis hermanas por sus consejos, y apoyo incondicional para seguir esforzándome y ser una persona de bien.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x I.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	
3.1 Tipo y diseño de investigación	57
3.2 Variables y operacionalización	59
3.3 Población y muestra	60
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.5 Procedimientos	64
3.6 Método de análisis de datos	68
3.7 Aspectos éticos	68
<b>IV. RESULTADOS</b>	
4.1 Ubicación del depósito de materiales	69
4.2 Análisis de los agregados	69
4.3 Estudio de las cenizas de aserrín de madera	74
4.4 Diseño de mezcla patrón	75
4.5 Diseño de mezcla con incorporación de cenizas de aserrín y Aditivo Z Fluidizante SR –TR 931	79
4.6 Ensayos para medir la viscosidad	82
4.7 Ensayos en estado endurecido	85
4.8 Resistencia a la flexión	93
4.9 Prueba de hipótesis	94
<b>V. DISCUSIÓN</b>	
5.1 Propiedades mecánicas y físicas de los insumos	99

5.2 Diseño de mezcla patrón	101
5.3 Diseño de mezcla de concreto auto compactado	101
5.4 Comportamiento en estado endurecido del CAC	103
5.5 Resistencia a la tensión por flexión	104
5.6 Costos comparativos del concreto patrón Vs. CAC	105
<b>VI. CONCLUSIÓN</b>	<b>107</b>
<b>VII RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>117</b>
<b>Índice de tablas</b>	
Tabla 1. Componentes del concreto de alta resistencia	24
Tabla 2. Tamaño del agregado según ASTM D75/D75M-14	25
Tabla 3. Propiedades físicas para agregados de peso normal	26
Tabla 4. Granulometría de los agregados	27
Tabla 5. Dimensión de los agregados a usarse en la investigación	27
Tabla 6. Gradación estándar para agregado fino	28
Tabla 7. Características del cemento tipo I	29
Tabla 8. Características del agua	30
Tabla 9. Distribución de la arena natural y agregado fino reciclado	31
Tabla 10. Distribución de grava y agregado grueso reciclado	31
Tabla 11. Densidad y absorción de los agregados	32
Tabla 12. Puzolanas y su composición	32
Tabla 13. Requisitos físicos de las puzolanas	33
Tabla 14. Características de la micro sílice	36
Tabla 15. Características químicas de la ceniza de cascara de arroz	36
Tabla 16. Composición química y características del residuo de	

mampostería	37
Tabla 17. Propiedades físicas y químicas de las puzolanas	38
Tabla 18. Composición del catalizador gastado de craqueo catalítico	38
Tabla 19. Características de la escoria de carbón	39
Tabla 20. Variación de las características químicas de las cenizas	40
Tabla 21. Desplome del concreto con aditivo de ceniza de madera	41
Tabla 22. Límites para el diseño	49
Tabla 23. Requisitos generales para la auto compatibilidad	53
Tabla 24. Fluidez del asentamiento y contenido de finura	54
Tabla 25. Recomendaciones de las proporciones para CAC.	54
Tabla 26 Requerimiento de agua para concreto	55
Tabla 27 Relación agua-cemento	56
Tabla 28 Porcentaje de puzolana utilizada en investigaciones	61
Tabla 29 Porcentaje de súper plastificantes utilizados en investigaciones	62
Tabla 30 Matriz factorial de variables independientes	63
Tabla 31 Análisis granulométrico del agregado fino	69
Tabla 32 Gravedad unitaria de la arena	70
Tabla 33 Gravedad específica y absorción de la arena	71
Tabla 34 Análisis granulométrico del agregado grueso	72
Tabla 35 Peso unitario del agregado grueso	73
Tabla 36 Gravedad específica de la piedra triturada	73
Tabla 37 Estructura química de la escoria de aserrín de madera	75
Tabla 38 Parámetros de los ensayos según normas	82
Tabla 39 Resumen de los resultados del CAC en estado fresco	82
Tabla 40 Resultados de la dosificación de las muestras ensayadas	92

Tabla 41 Resumen de los ensayos a los 28 días	93
Tabla 42 Resultados obtenidos de los ensayos según ASTM	93
Tabla 43 Resultados según ensayos realizados	95
Tabla 44 Ensayos de escurrimiento	102
Tabla 45 Resumen de resultados	104
Tabla 46 Resultados obtenidos de la relación f'c/Mr.	105
Tabla 47 Estructura de costos del hormigón patrón	106
Tabla 48 Estructura de costos del concreto auto compactado	106
Tabla 49 Resumen del presupuesto comparativo	107

### **Índice de figuras**

Figura 1. Recomendaciones según Emborg	21
Figura 2. Zonificación de los CAC de acuerdo a su aplicación	22
Figura 3. Cenizas volantes	34
Figura 4. Micro sílice y su micrografía de partículas	35
Figura 5 Vista micrográfica de la ceniza de cascara de arroz	37
Figura 6. Morfología de las partidas de escoria de carbón molida	39
Figura 7. Comportamiento del súper plastificante	46
Figura 8. Ensayo de flujo de caída en el cono Abrams	50
Figura 9. Representación de placa base con sus medidas	50
Figura 10. Representación del equipo de anillo japonés	51
Figura 11. Dimensiones de la caja L	52
Figura 12. Dimensiones del embudo V	53
Figura 13 Aditivo súper plastificante Z fluidizante SR-TR 931	57
Figura 14 Ceniza de aserrín de madera	74

## Índice de gráficos

Grafico 1. Reología del concreto fresco	21
Grafico 2. Propiedades del concreto auto compactado	33
Grafico 3 Pasos a seguir con la técnica de la observación	63
Grafico 4. Diagrama de procedimiento para el experimento	65
Grafico 5. Curva granulométrica del agregado fino	70
Grafico 6. Curva granulométrica del agregado grueso	72
Grafico 7. Influencia del aditivo Z fluidizante SR-TR 931 y las cenizas De aserrín de madera en la fluidez del asentamiento	83
Grafico 8 Influencia del aditivo Z fluidizante SR-TR 931 y las cenizas De aserrín de madera en el ensayo del embudo V	84
Grafico 9 Ensayo en la caja L	85
Grafico 10 Resultados de la mezcla M-0	86
Grafico 11 Resultados de la mezcla M-1	87
Grafico 12 Resultados de la mezcla M-2	87
Grafico 13 Resultados de la mezcla M-3	88
Grafico 14 Resultados de la mezcla M-4	88
Grafico 15 Resultados de la mezcla M-5	89
Grafico 16 Resultados de la mezcla M-6	89
Grafico 17 Resultados de la mezcla M-7	90
Grafico 18 Resultados de la mezcla M-8	90
Grafico 19 Resultados de la mezcla M-9	91
Grafico 20 Módulo de rotura	94



## **Resumen.**

La presente investigación tiene como propósito incentivar la aplicación de nuevas tecnologías en concretos auto compactados. Esta tecnología fue desarrollada por los años 80, en la universidad de Tokio, por el investigador Okamura, ante la problemática de la colocación del concreto en estructuras armadas, el CAC tiene como propiedad fundamental su alta fluidez que permite su colocación sin el uso del vibrador y sin que se produzca la segregación. Pese a las ventajas que brinda esta tecnología en el Perú poco se ha desarrollado y su uso se ve limitado a pedidos especiales por parte de los contratistas.

En la presente investigación utilizaremos las cenizas de madera como elemento cementante y el aditivo Z fluidizante SR-TR931, para mejorar la viscosidad que es un buen reductor de agua.

El informe esta ordenado por capítulos, en el primer capítulo está la parte introductoria, en el segundo capítulo se desarrolla los estudios realizados por otros investigadores y los conceptos teóricos que sustentan científicamente el trabajo realizado, el tercer capítulo comprende la parte de la metodología de la investigación donde se describe los objetivos, la hipótesis, las variables la matriz de operacionalización, lo relacionado a población, muestra y muestreo, los instrumentos para la recolección de información, los procedimientos a seguir en los experimentos, el procedimiento del análisis de la información y lo relacionado a la ética profesional.

La cuarta sección contiene el logro de las pruebas realizadas en los laboratorios, como es la caracterización de los agregados, la caracterización de la ceniza de madera, los ensayos del concreto endurecido de la mezcla patrón y el modificado y los ensayos realizados para medir la fluidez del concreto.

la quinta sección contiene la deliberación y análisis de los resultados del experimento. La sección sexta contiene las conclusiones, la sección siete las recomendaciones. Finalmente se consigna las referencias y los anexos.

**Palabras claves:** Concreto auto compactado (CAC), Resistencia a la compresión, Viscosidad, Cenizas de madera, Aditivo súper plastificante, Segregación, Fluidez.

## Abstract:

The present investigation has a purpose to encourage the application of new technologies in self-compacted concrete. This technology was developed in the 80s by Professor Okamura of the University of Tokyo, faced with the problem of placing concrete in reinforced structures, CAC has as its fundamental property its high fluidity that allows its placement without the use of a vibrator and without segregation to occur. Despite the advantages provided by this technology, little has been developed in Peru and its use is limited to special requests by contractors. In the present investigation we will use wood ash as a cementing element and the Z fluidizing additive SR-TR931, to improve the viscosity, which is a good water reducer. The report is ordered by chapters, in the first chapter is the introductory part, in the second chapter it describes the theoretical framework in which the background and theoretical concepts that scientifically support this research are developed, the third chapter includes the part of the methodology of the investigation where the objectives, the hypothesis, the variables and the operationalization, the population and sampling, the data collection techniques and instruments, the procedures to be followed in the experiments, the data analysis method and the ethical aspects are described. The fourth section contains the achievement of the tests carried out in the laboratories, such as the characterization of the aggregates, chemical analysis of the wood sawdust ash, the compression resistance tests of standard concrete and self-compacted concrete, the tests performed to measure the flowability of concrete. The fifth chapter presents the discussion and analysis of the research results. The sixth section contains the conclusions, section seven the recommendations. Finally, the references and annexes are included.

Keywords: Autocompactant Concrete (CAC), Compression Resistance, Viscosity, Pozzolana, Superplastifying Additive, Segregation, Fluidity.

## I. INTRODUCCIÓN

Respecto a la realidad problemática, en todos los países del mundo el concreto es el más usado en obras de infraestructura por su facilidad para moldearse en los elementos estructurales. En su fabricación se deben tomar en cuenta diferentes factores como son los materiales, equipos utilizados, el clima, la experiencia de la mano de obra, que ayudan a obtener una construcción de calidad. La dificultad en su colocación es el vibrado por la dificultad de colocación en diseños arquitectónicos complejos y estructuras con intenso refuerzo metálico.

El profesor Okamura de la universidad de Tokio (1988), al observar esta problemática, desarrolla un concreto auto-compactado cuya propiedad fundamental es su alta fluidez, que permite su colocación sin el uso de un vibrador y sin que se produzca una segregación, con ello se mejora la productividad en la puesta del concreto. A partir de esa fecha se comienza a desarrollar el concreto auto compactado utilizando los aditivos súper plastificantes y otros aditivos puzolánicos que mejoran las características del concreto.

A diario se producen gran cantidad de residuos, cenizas de fondo, cenizas de madera y residuos de horno procedente del uso del carbón en el mundo. Según estudios realizados se indican que se genera en promedio entre 80 a 250 kg de residuos de ello el 70% está compuesto por silicio aluminoso, debido a su micro estructura pueden ser utilizados como un insumo para la fabricación de materiales de construcción, como son los hormigones. (Robayo, et al. 2016, p.16).

En tal sentido es importante explorar cuales son las consecuencias cuando se incorporan los residuos del carbón obtenida de los calderos de las fábricas de ladrillos de arcilla, como participio del cemento para la fabricación de un concreto auto compactante, basados en una valoración de sus características, con lo que se estaría proponiendo un insumo variable y viable en cuanto a costo y desempeño para ser utilizado en estructuras complejas y densamente armadas (Robayo, et al. 2016,p.27).

En los últimos años en el Perú, se vienen desarrollando proyectos de gran envergadura como edificios, muros importantes, puentes de gran envergadura, sin embargo el concreto auto compactado ha sido poco

desarrollado a pesar que existe la materia prima en el mercado interno, por ello es importante que se profundicen investigaciones en cuanto a las propiedades mecánicas usando cenizas de aserrín de madera y su viscosidad para aumentar la fluidez, utilizando el aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR93 que es un reductor de agua aprobado por las normas ASTM -494 y la NTP 334.088. Por lo antes mencionado nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Qué efecto tiene la ceniza volante y aditivo Z Fluidizante SR-TR931, en la resistencia y viscosidad del concreto auto compactado?

Los concretos CAC se diferencian del concreto tradicional, por que utiliza menos agregado grueso con la finalidad de minimizar la segregación, tiene un mayor contenido de finos y se utilizan los aditivos súper plastificantes (SPA), con estas tres condiciones básicas se logra una mezcla con una relación de viscosidad/flujo adecuado, que fluya sin presentar una segregación del concreto CAC. El uso de los súper plastificantes permite la optimización el contenido del agua aumentando las propiedades de los hormigones reciclados. Así mismo falta de un SPA en el CAC, daría lugar a la falta de fluidez causando alta porosidad y permeabilidad con la perdida de durabilidad. De la misma manera el uso en mayores cantidades del SPA aumentara los costos sin mejorar las propiedades del hormigón, dejando ser eficiente por encima del punto de saturación determinado.

El presente trabajo estará sujeto a la aplicación de procesos en la fabricación del concreto auto compactado (CAC) con la incorporación de cenizas de carbón de madera con dosis del 10%, 15%, 20% y 25%, para reemplazar en forma parcial al cemento tipo portland y el aditivo Z Fluidizante SR-TR931 con dosis del 0.6%. 0.8% 1.4% y 2.0%, lo cual me permitirá evaluar su comportamiento mecánico a los 7, 14, 21 y 28 días y su viscosidad para medir su fluidez o capacidad de trabajo.

Esta investigación puede ser útil a muchos profesionales, estudiantes o personas relacionadas a la industria de la construcción como una alternativa de solución a la problemática del vaciado del concreto pues se refiere a su mejor capacidad de trabajo al facilitar el vaciado en encofrados

complejos y mayor densidad de refuerzo. Se estima que el 10% de las emisiones del CO<sub>2</sub>, provienen de la producción y transporte del concreto.

El concreto auto compactado (CAC) aporta una serie de ventajas porque se elimina la operación de vibración y con ello se reduce el número de operadores y la reducción del costo de electricidad reduciendo con ello la contaminación acústica, por este motivo nuestro trabajo se centra en determinar el efecto de las cenizas de madera y aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931, en la resistencia y viscosidad del concreto auto compactado. Así mismo, realizar un diseño de mezcla patrón, determinar la resistencia y viscosidad de un concreto auto compactado sin utilizar aditivos (cenizas de madera y aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931), determinar la resistencia del concreto auto compactado aplicando cenizas de madera y aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931, determinar la viscosidad del concreto auto compactado incorporando cenizas de madera y aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931, y se plantea la siguiente hipótesis: El uso de la cenizas de madera y aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931, mejora la resistencia y mejora la viscosidad del concreto auto compactado.

## I. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describen los antecedentes y se definen los términos utilizados en la investigación.

El concreto Auto compactado, es el producto de una tecnología cuya propiedad principal que en su estado fresco garantiza su colocación en las formas sin el uso de una fuerza externa.

Al respecto se han realizado investigaciones a nivel nacional e internacionales sobre el concreto auto compactado utilizando diversos aditivos para mejorar su trabajabilidad y resistencia y como antecedentes tenemos a:

**Burgos, Guzmán, Torres y Delvasto (2017)** en el trabajo de investigación denominado “Resistencia de iones de cloruro de hormigones auto compactados que incorporan materiales volcánicos”, sostienen que el concreto auto compactado tienen ventajas sobre el concreto convencional,

porque el tiempo de construcción es más corto, no se requiere vibración mecánica, mejora en la aplicación en diseños arquitectónicos complejos y estructuras densamente reforzadas. Indican, además, que la reactividad de un material volcánico está determinada por su composición química, y física y el potencial para formar compuestos de cementación. Citan a Hossain y Lachemi quienes investigaron la utilización de la ceniza volcánica como aditivo parcial del cemento para la preparación del hormigón auto compactado con buenas propiedades mecánicas y alta durabilidad. Evaluaron la influencia de incorporar polvo de piedra pómez volcánica en las propiedades del concreto auto compactado fresco. Los resultados demostraron que la fluidez aumento con el uso del polvo de piedra pómez sin presentar segregación. Utilizaron puzolana de origen volcánico natural y polvo de piedra caliza resistentes al aplastamiento y a la impregnación de iones de cloruro. La metodología experimental seguido consistió en el uso de cemento portland de uso general, mezclados con materiales volcánicos. Tolima, Boyacá, y Purace, en su investigación utilizaron un módulo de finura para el agregado fino de 2.55, con densidad aparente de 2.581 kg/m<sup>3</sup> y la tasa de absorción de agua del 1.89%. el agregado grueso fue la grava (módulo de finura de 6.38, tamaño nominal de 121.7mm, densidad aparente de 2.544 kg/m<sup>3</sup> y una tasa de absorción de 2.01%). Se utilizó un súper plastificante SIKAPLAST 326 (gravedad especifica de 1.130kg/m<sup>3</sup> y pH de 5) en conformidad con los tipos ASTM C494 A y F. Para el diseño del concreto auto compactado utilizaron la metodología propuesta por el ACI 237R-07. Las pruebas realizadas para la auto compactibilidad fueron las pruebas de flujo de caída, T50, V-embudo para la capacidad de llenado y L-Caja para la capacidad de paso. Las pruebas de las propiedades del concreto auto compactado endurecido, consistió en una prueba de rotura de la probeta para evaluar las propiedades mecánicas del CAC. Concluyeron que las propiedades del estado fresco y la capacidad de trabajo, cumplen con las directrices europeas de la CEC. Las incorporaciones de materiales volcánicas promueven la unión de iones de cloruro debido a la presencia de alúmina reactiva. La incorporación de puzolanas reduce la porosidad aumentando la durabilidad. La sinergia de materiales volcánicos inertes y puzolánicos da como resultado un concreto

auto compactado con buena capacidad de trabajo, propiedades mecánicas moderadas y alta resistencia a la penetración de cloruro.

**Huaquisto y Belizario (2018)**, en su investigación utilizaron cenizas volantes para reemplazar parcialmente el cemento, tuvieron como objetivo determinar los porcentajes de cenizas volantes a con la finalidad de no afectar la resistencia, mitigando el impacto al medio ambiente por parte de la ceniza volante. En su investigación ensayaron 60 muestras, siguiendo el método ACI con la adición del 0.0%, 5.0%, 10.0% y 15.0% de cenizas respecto al peso del cemento. Las cenizas volantes usadas fue del tipo F. Finalmente llegaron a la conclusión que el porcentaje óptimo ceniza volante que mejora la resistencia del concreto esta entre el 3% y 6%.

**Hernández et al. (2018)**, investigaron la incorporación de las cenizas de aserrín en el concreto como material cementante en una mezcla de concreto no convencional, siendo su objetivo usar las cenizas en la producción de mezclas hidráulicas para mejorar las propiedades del CAC. Indicaron que el aserrín proveniente de la madera es un material que se compone principalmente de fibras de celulosas unidas con lignina que aportan dureza y resistencia. Se indica, además, que la lignina reacciona con ciertos químicos que generan una activación de polímeros en el material que le permite aumenta la rigidez, y reduce la permeabilidad. Esta activación de polímeros y reacciones de la lignina aporta características de una menor absorción en la combinación y mejora en sus propiedades y en la adherencia de partículas.

**Silva, Valencia y Delvasto (2018)**, en una investigación realizada sobre el concreto auto compactado utilizando sub productos de la combustión de carbón cuyo objetivo fue analizar el efecto de las cenizas volantes y la escoria, en las características de la mixtura del hormigón. La metodología utilizada fue la experimental, donde utilizaron 35% de cenizas volantes y 50% de escoria. Concluyeron que es posible diseñar un concreto auto compactado incorporando cenizas volantes y escoria, ya que los resultados obtenidos muestran una buena fluidez y capacidad de paso y relleno y no presentan segregación. Los concretos CAC, con cenizas volantes

requieren de una mayor cantidad de relación a/c, para tener una adecuada fluidez, ya que estos presentan alto contenido de material poroso. En concretos CAC, con escoria la resistencia a la compresión aumento en un 17% y 35% respectivamente a los 28 días.

Por su parte, **Sainz, Carrascal, Polanco, Sosa y Casado (2020)**, en su trabajo de investigación “determinación de la cantidad optima de aditivos súper plastificante para hormigones auto-compactados” indican que el hormigón auto compactado, modifica su capacidad de trabajo con pequeñas variaciones en la cantidad de aditivos súper plastificantes. Para obtener cantidad necesaria de aditivos, mucho influye la evolución del consumo de energía de la maquina mezcladora durante el mezclado del hormigón. Consideran tres aspectos fundamentales que se diferencia entre el concreto tradicional y el concreto auto compactado, el primero es el uso de un contenido más bajo del agregado grueso con el fin de minimizar la segregación, en segundo lugar, mayor contenido de partículas finas, y el uso de supe plastificantes para lograr la capacidad de trabajo optimo y con una relación de viscosidad /flujo adecuada, que permita el flujo de la mezcla fresca sin permitir la segregación.

El método y materiales utilizados fueron el cemento tipo V, el supe plastificante utilizado fue el Master Glenium (R) ACE450 BASF, arena de sílice con una densidad de 2.64 kg/dm<sup>3</sup>, piedra caliza de 2.54 kg/dm<sup>3</sup> de densidad. La prueba se hizo en pasta cuya relación súper plastificante / cemento fue de 0%, 1.5%, 1%,2% y 3% y la relación a/c fue de 0.38 y 0.40 respectivamente. Para analizar la fluidez del concreto auto computado se realizaron las pruebas de flujo de caída, L-caja, y V- embudo. Finalmente concluyeron que la cantidad optima, de SPA/C fue de 2%.

De la misma forma, **Silva, Lange y Delvasto (2019)**, en su trabajo de investigación incorporaron los residuos de mampostería en la preparación de los hormigones auto compactados, estudiaron la adición del residuo de mampostería en las propiedades de auto compatibilidad del concreto auto compactado realizadas en las pruebas de flujo de caída, el flujo de V-embudo y la caja L, determinando sus propiedades mecánicas la compresión, tracción indirecta, la flexión. El cemento portland fue



reemplazado del 0% al 50% de residuos de mampostería. Para garantizar la capacidad de trabajo utilizaron un súper plastificante de tercera generación compuesto por resinas sintéticas que cumplen con ASTM C494 tipo F con PH  $5 \pm 0.03$  gr/cm<sup>3</sup>. Finalmente concluyen que el concreto auto compactado con un residuo de mampostería es técnicamente viable, pues el uso de este tipo de residuos procedentes de construcción y demolición, ayudan a una solución parcial a los problemas ambientales y económicos producidos por los grandes volúmenes de la industria de la construcción. Las presencias de los residuos de mampostería permiten producir mezclas con resistencias a la compresión media y alta a los 28, 90 y 360 días en los rangos de 26-42 MPa, 37-48 MPa, 41-53 MPa.

Así mismo, **Muñoz y Pacheco (2018)**, en su investigación para optimizar el diseño del CAC, incluyeron la fibra de acero, cuyo objetivo fue optimizar el diseño del concreto auto compactado reforzado con fibra de acero de resistencia moderada que mejore las propiedades físicas mecánicas, su durabilidad, incrementando su resistencia y disminuir la fisuración, para ello se plantearon como variable independiente la fibra de acero y como variable dependiente: la trabajabilidad, capacidad de relleno y paso, esfuerzo de compresión, tracción diametral, esfuerzo de flexión, retracción del concreto.

La investigación es de tipo experimental, que consiste en la investigación bibliográfica, estudio de propiedades físicas del material, determinación de los requerimientos técnicos, diseño de mezcla, evaluación en estado fresco y endurecido. Finalmente concluyeron que para la relación a/c. de 0.45, 0.50 y 0.55, las dosificaciones óptimas de aditivo súper plastificante son de 1.25%, 0.97% y 0.85% y para la relación agua / finos en volúmenes 1.04, 1.14 y 1.23 respectivamente.

La viscosidad del diseño CAC, base es moderado, la resistencia a la compresión de CACFR, es mayor al de un CAC de acuerdo a los resultados obtenidos en un rango de 13 a 27%; los mayores incrementos corresponden a la adición de 20 y 30kg/m<sup>3</sup>, esto demuestra que la adición de la fibra de acero no mejora las características del hormigón. El diseño óptimo fue de 201kg/m<sup>3</sup>, pues se logra una mejora del 27% en la resistencia

a la compresión, 7% a la resistencia a la flexión, 27% a la resistencia a la tracción, y 30% en retracción libre.

Por su parte, **Vargas y Pimentel (2018)**, en su trabajo de grado denominado: análisis de la evolución de la resistencia del concreto auto compactado usando insumos propios de Arequipa año 2018, analizaron el comportamiento del concreto auto compactado con agregados propios con distintas dosificaciones, las variables independientes considerados fueron: canteras, aditivos, cemento, costo, beneficio; y dependiente: resistencia a la compresión, tracción, segregación capacidad de paso y relleno. El tipo de investigación fue el experimental y como metodología de investigación optaron por una investigación bibliografía, análisis del diseño de mezcla y los tipos de aditivos que se deben utilizar. Finalmente establecieron que los agregados gruesos obtenidos de algunas canteras no cumplían con la granulometría requerida para utilizarla, mientras mayor sea la dosificación la propiedad mecánica es menor, por tanto, concluyeron que la dosificación con exceso de aditivos produce segregaciones.

También, **Chillón (2018)**, en su investigación utilizó la fibra sintética para preparar un concreto auto compactado para una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> cuyo objetivo fue establecer cómo se comporta el concreto con la incorporación de la fibra sintética en un hormigón auto compactado. La investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental. Las variables independientes fueron: fibra sintética, y la variable dependiente, el comportamiento mecánico del concreto auto compactado. La metodología, consistió en el procedimiento y el método recolección de datos, obtención de la muestra, estudio de la cantera, el diseño de la mezcla, estudio de las propiedades del CAC, realización de los ensayos correspondientes. Finalmente llegó a la conclusión que con la adición de un 2 kg/m<sup>3</sup>, 3 kg/m<sup>3</sup> y 4 kg/m<sup>3</sup> de fibra, la resistencia obtenida fue superior en 8.77%, 12.7% y 17.3%. con respecto al concreto patrón.

### **Teorías relacionadas al tema:**

**Toxement (2017)**, define “el concreto auto compactado es el que se acomoda en las formas sin requerir una agitación externa, por su baja viscosidad permitiéndole colocarse en zonas de acceso complicado” (p.2).

**Huamaní (2018)**, define al CAC, “como el resultado de la combinación de materiales donde sus propiedades en estado fresco garantizan una correcta compactación y su consolidación por ser homogéneo (p. 22).

**Toxement (2017)**, el concreto auto compactado es utilizable en cualquier tipo de construcción donde se utiliza el concreto, prefabricados, acabados arquitectónicos, obra civil, edificaciones y concreto bombeado (p.3).

Según Burgos, et al. (2017), las ventajas más importantes de CAC incluyen un tiempo de construcción más corto, mejores condiciones para los trabajadores porque la vibración mecánica no es necesaria y una aplicación más fácil en diseños arquitectónicos complejos y estructuras densamente reforzadas (p.1).

**Burgos, et al. (2017)**, muchos investigadores han estudiado el uso de materiales alternativos para la producción de CAC, para aumentar su aceptación y reducir el consumo de cemento, manteniendo al mismo tiempo un alto contenido fino para preservar la auto compactación (p.2).

**Burgos, et al. (2017)**, el tipo de construcción y los componentes de la mezcla del hormigón deben cumplir ciertas condiciones basadas en la exposición ambiental, como es las propiedades mecánicas, estabilidad del volumen y resistencia química (p. 2).

**Muñoz y Pacheco (2018)**, señalan que el estudio de la reología del hormigón nos permite optimizar la mezcla con mejor precisión, logrando una mejor comprensión de la influencia en su fabricación (p. 27).

**Muñoz y Pacheco (2018)**, Señala que el diseño optimizado garantizara que se cumpla la Estabilidad, que está relacionado con la resistencia que la mezcla opone a la segregación y exudación, conservando una mezcla homogénea. **Compactibilidad**, que es la facilidad con que las mezclas del concreto eliminan el aire logrando una mejor compactación y **Movilidad**, que

es la capacidad de la mezcla para fluir y deformarse debido a su cohesión y viscosidad en estado fresco del concreto (p. 27).

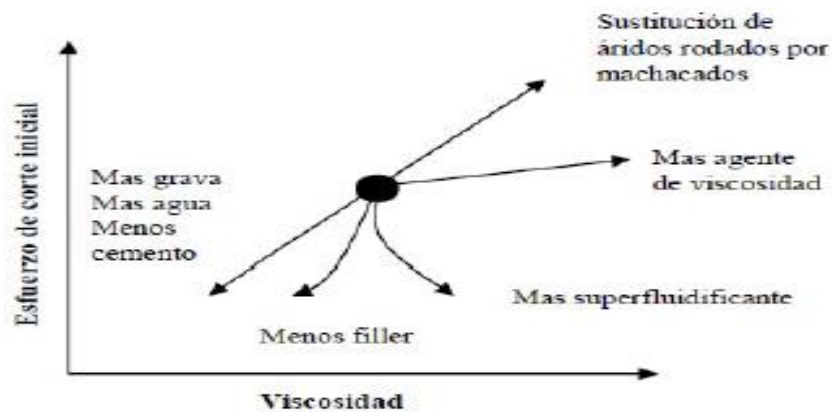
Grafico 1. Reología del concreto fresco



Fuente: (Muñoz y Pacheco, 2018)

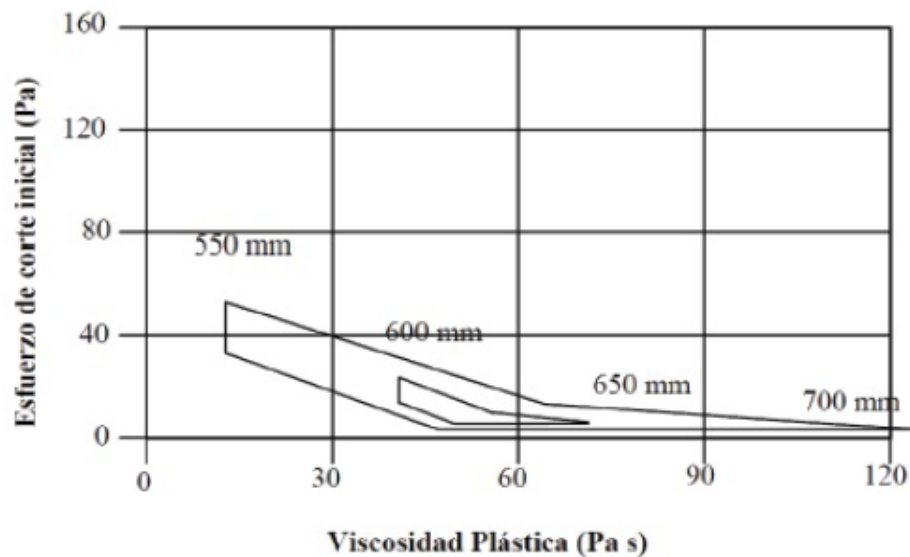
**Muñoz y Pacheco (2018)**, menciona que el análisis y estudios realizados por Emborg correspondientes a la viscosidad del concreto, utilizando variables como los agregados, cementos, agua, tipo y clasificación de aditivos, las dosificaciones aplicadas en los concretos producen efectos similares (p. 12)

Figura 1. Recomendaciones según Emborg 1999 (Muñoz y Pacheco,2018).



**Muñoz y Pacheco (2018)**, indica que para ser considerados concretos autocompactantes deben estar relacionado con los diámetros de fluidez de asentamiento alcanzados por los concretos, para ello la viscosidad plástica debe ser baja para evitar la segregación. Según estudios realizados por Niensson y Wallewich (2003), realizaron ensayos de Fluidez y de asentamiento utilizando un viscosímetro, caja L y embudo V, (p.12).

Figura 2 Zonificación de los CAC de acuerdo a su aplicación



Fuente: (Muñoz y Pacheco, 2018)

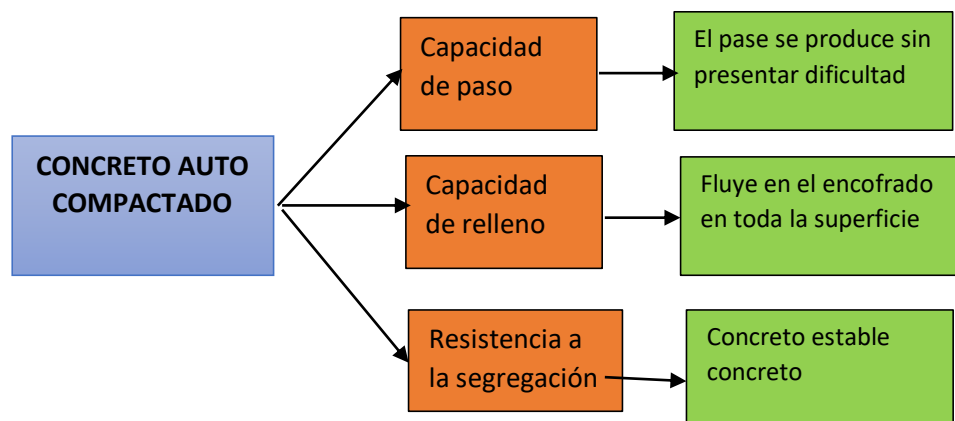


Gráfico 2 Propiedades del Concreto Auto compactado

**Muñoz y Pacheco (2018)**, indican además que una de las principales características de un concreto auto compactado es su comportamiento en estado fresco, distinguido por tres propiedades: capacidad de paso, propiedad ligada a la fluidez de la pasta que se ve incrementada al adicionar un aditivo súper plastificante y el porcentaje de finos. La capacidad de relleno, es la propiedad que brinda mejores acabados libres de cangrejas, y la estabilidad está relacionado con la segregación de la mezcla, las cuales influyen en la calidad final del concreto (p.14).

Por su parte **Ottazzi (2019)**, señala: que la resistencia a la compresión es un valor utilizado como un indicador de calidad, obtenido en ensayos de laboratorio (p.24).

De la misma forma Bernal (2017) indica: la característica mecaniza se obtiene mediante ensayos en laboratorio para monitorear el control de calidad y su aceptación (p.34).

Así mismo, **Saraswathy, et al. (2017)**, realizo pruebas a la compresión utilizando tres tipos de cemento (portland tipo I (OPC), Portland Puzolana (PPC) y cemento de escoria Portland (PSC), los resultados obtenidos fueron ligeramente mayores al concreto matriz. Asimismo, indican, que el hormigón utilizando PSC, mostro menos porosidad y menor coeficiente de absorción del agua. La mejora en la permeabilidad se debe a la reacción de hidratación secundaria (p.8).

**Ottazzi (2019)**, señala: que las partículas contenidos en los agregados, la relaciona a/c, el tipo de cemento, los aditivos, la humedad, temperatura, curado la edad del concreto, afectan la resistencia del concreto (p. 24).

**Saraswathy et al. (2017)**, señala que el curado del concreto desempeña un papel importante en la afectación a las características de resistencia y permeabilidad, mientras se usan materiales cementicios suplementarios, debiendo tener precaución para el curado continuo en las etapas iniciales, ya que las reacciones de hidratación son lentas con el uso de materiales puzolánicos (p.2).

**Según Ottazzi (2017)**, los concretos de alta resistencia, son aquellos considerados por encima de los 420 kg/cm<sup>2</sup>, estas se logran incorporando aditivos súper plastificantes, puzolanas y agregados resistentes angulosos y rugosas (p. 42).

Los componentes del concreto de alta resistencia utilizados en la construcción de dos edificios en los estados unidos (Water Tower 1975 y Two Unión 1988) se indican en la tabla 1.

Tabla 1 componentes del concreto de alta resistencia

Componentes (kg/m <sup>3</sup> )	Water Tower	Two Unión
Agua	195	130
Cemento	505	513
Cenizas volantes	60	-
Humo de sílice	-	43
Agregado grueso	1030	1080
Agregado fino	630	685
Reductor de agua (MI/m <sup>3</sup> )	975	-
Súper plastificante (l/m <sup>3</sup> )	-	15.7
Relación. a/c	0.35	0.25
F'c a los 28 días (MPa)	65	119
F'c a los 91 días(MPa)	79	145

Fuente: (Ottazzi, 2017)

**Ottazzi (2017)**, define a los concretos livianos, aquellos cuyo peso específico están entre 1,400 y 1,9000 kg/m<sup>3</sup>. Compuestos por puzolanas de origen natural o artificial (p.44).

**Rocha y Romero (2017)**, definen a la viscosidad: como una característica que puede ser controlada con un diseño de mezcla de adecuado, cuyas propiedades como la fluidez que permite el perfecto llenado del encofrado y la viscosidad y cohesión evitan que se produzcan segregaciones en el proceso de colocación (p. 14).

Los agregados a utilizar en la preparación de un concreto deben cumplir ciertas características y propiedades aprobados por las normas como la ASTM y la NTP en el Perú.

Para **Vargas y Pimentel (2018)**, “Los agregados son materiales con características específicas que son fundamentales para establecer un diseño de mezcla óptimo” (p.48).

**Harmsen (2017)**, señala que la característica de los agregados se establece pasando por tamices estandarizados y estos deben realizarse de acuerdo a la norma ASTM D75/D75M-14 (p.54).

Tabla 2 tamaño del agregado según ASTM D75/D75M-14

Tamaño máximo nominal del agregado	Tamaño de muestra mínima (kg)
Agregados finos	
2.36 mm	10
4.75mm	10
Agregados gruesos	
(3/8") 9.5mm	10
(1/2") 12.5 mm	15
(3/4") 19.0mm	25
(1") 25.0mm	50
(1 1/2") 37.5mm	75
50.0mm (2")	100
63.0mm (2 ½")	125
75.0mm (3")	150
90.0mm (3 ½")	175

Fuente: Harmsen (2017)

Con respecto a los agregados, Harmsen (2017) indica que las propiedades físicas de los agregados, de peso normal deberán tener las propiedades físicas en rangos establecidos por la sección 26.4.2.1(a)(4) del código del ACI318-14 (p. 57).



Tabla 3. Propiedades físicas para agregados de peso normal

Propiedades		Rangos típicos	Métodos
Agregado Fino – M. F.		2.3 a 3.1	C136/C136M-05
Tamaño máximo nominal- Agregado grueso		9.5mm a 37.5mm (3/85" a 1 1/2")	C136
Absorción	Agregado grueso	0.5% a 4%	C127-15
	Agregado fino	0.23% a 0.66%	C128-15
Densidad Relativa		2.3 a 2.9	C127 y C128
Peso Unitario del agregado grueso seco y varillado		1280 <sup>a</sup> a 1920 kg/m <sup>3</sup> (80 a 120 lb/pie <sup>3</sup> )	C29/C29M-17
Contenido de humedad	Agregado grueso	0% a 2%	C566-13
	Agregado fino	0% a 10%	C566-13 y C70-13

Fuente: Harmsen 2017

**Harmsen (2017)**, señala que en el diseño del concreto auto compactado es importante la granulometría del agregado, por ello se debe considerar que el tamaño máximo nominal debe estar entre 9.5mm y 12.5mm, y el tipo de agregado debe ser triturado, angular y áspero porque ofrece mejor adherencia que la grava (p. 58). Indica, además, está compuesta por piedras graníticas, diuréticas y cieníticas; como grava natural canto rodado o una mezcla de grava natural zarandeada y grava chancada (p.59).

El agregado grueso es otro componente usado en la fabricación del concreto auto compactado que debe reunir características especiales; al respecto Vargas y Pimentel (2018) indican que el agregado grueso debe cumplir con los parámetros establecidos por el ASTM ya NTP" (p.48).

Por su parte **Bernal (2017)**, señala que los agregados deben tener un perfil angular, compactas duras y de textura rugosa, cuya granulometría deberá ser continua y que deben estar graduados dentro de los límites específicos de la NTP400.037" (p. 43-44).

Por su parte **Rodríguez (2016)**, complementa que "según la NTP 400.037 establece 15 husos para el agregado grueso dependiendo del tamaño máximo nominal, y se recomienda el uso de agregados comprendidos en el huso 67" (p. 35).

Tabla 4: granulometría de los agregados gruesos

N°	TMN	% QUE PASA POR TAMICES NORMALIZADOS												
		4"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°8	N°16
1	3 ½" A 1 ½"	100	90		25		0		0					
			100		60		15		5					
2	2 ½" A 1 ½"			100	90	35	0		0					
					100	70	15		5					
3	2" A 1"				100	90	35	0		0				
						100	70	15		5				
3	2" a N°4				100	95		35		10		0		
5						100		70		30		5		
7														
4	1 ½" A ¾"				100		90	20	0		0			
							100	55	15		5			
4	1 ½" A N°4				100		95		35		10	0		
		6					100		70		30	5		
		7												
5	1" A ½"						100	90	20	0	0			
								100	55	10	5			
5	1" A 3/8"						100	90	40	10	0	0		
		6						100	85	40	15	5		
5	1" A N°4						100	95		25		0	0	
		7						100		60		10	5	
6	¾" A 3/8"						100		90	20	0	0		
									10	55	15	5		
6	¾" a N°4							100	90		20	0	0	
		7							100		55	10	5	
7	½" a N°4								100	90	40	0	0	
										10	70	15	5	
9	3/8" a N°8								100		85	10	0	0
											10	30	10	5

Fuente: NTP 400.037 (2014)-ASTMC33

Tabla 5: Dimensión de los agregados a usarse en la investigación.

Tipo de agregado	Tamaño Máximo	Tamaño máximo nominal
Piedra triturada	¾"	½"
Canto rodado	¾"	½"

Para la fabricación del concreto se utiliza el agregado fino, en tal sentido, Bernal (2017) señala que, según la norma NTP400.011 se define como agregado fino al materia natural o artificial, que es retenido por la malla 200 (tamiz 0.07mm), cumpliendo requerimientos del ASTM C-33 (p.42).

Los agregados finos pueden ser arena natural o piedra triturada, cuya gradación satisfaga con la ASTM C33/C33M-16E1)

Tabla 6: Gradación estándar para agregado fino.

Tamiz estándar <sup>(d)</sup> (mm)	Tamiz (% que pasa)
9.5	100
4.75	95 - 100
2.36	80 - 100
1.18	50 - 85
600	25 - 60
300	5 - 30
150	0 - 10
75	0 a 3

Fuente: (Harmsen, 2017)

**Cemento Portland**, es otro componente del concreto que según Harmsen (2017), es un producto, que se obtiene de la trituración del Clinker enfriado bajo un porcentaje de sulfato de calcio (yeso) entre 4% y 6%” (p. 48).

**Harmsen (2017)**, el cemento confiere propiedades específicas al concreto tales como: Silicato Tricálcico (C<sub>3</sub>S), permite el inicio del fraguado y es el principal contribuyente en el desarrollo de la resistencia temprana. Silicato dicálcico (C<sub>2</sub>S), contribuye al desarrollo de la resistencia a largo plazo. Aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A), que libera el calor de hidratación y es contribuyente secundario al desarrollo de la resistencia inicial. Ferro aluminato tetra cálcico (C<sub>4</sub>AF), controla la temperatura cuando se produce el Clinker, influye en la coloración del cemento. Sulfatos de calcio, permiten controlar la hidratación y la retracción por secado (p.48-49),

## Tipos de cemento:

En relación al tipo de cementos, según, **Saraswathy, et. al. (2017)**, los tipos de cemento utilizados para investigar las propiedades mecánicas, de permeabilidad y de resistencia a la corrosión fueron los cementos Portland tipo I conforme a IS:8112, cementos Portland puzolana conforme a IS:1489-part-I, y cemento de escoria portland conforme a IS: 455. Los cementos mezclados mejoran la capacidad de trabajo, durabilidad y propiedades mecánicas del hormigón (p.1).

**Cemento portland Tipo I.** Debe cumplir con las normas NTP 334.009, o con la Norma ASTM C 150.

Tabla 7. Características del cemento tipo I

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos: NTP 334-009/ ASTM C 150
Contenido de aire	%	6.62	12 Máximo
Expansión autoclave	%	0.08	0.80 Máximo
Superficie específica	M <sup>2</sup> /kg	336	260 Mínimo
Densidad	g/ml	3.12	No indica
<b>Resistencia a la compresión</b>			
Resistencia a la compresión a los 3 días	Kg/cm <sup>2</sup>	296	122 Mínimo
Resistencia a la compresión a los 7 días	Kg/cm <sup>2</sup>	357	194 Mínimo
Resistencia a la compresión a los 28 días	Kg/cm <sup>2</sup>	427	285 Mínimo
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	Min	127	45 Mínimo
Fraguado vicat final	Min	305	375 Máximo
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	6.0 Máximo
SO <sub>3</sub>	%	3.00	3.5 Máximo
Perdida al juego	%	2.2	3.5 Máximo
Residuo insoluble	%	0.7	1.5 Máximo
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No indica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No indica
C <sub>3</sub> A	%	10.10	No indica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No indica

Fuente: UNACEM Cemento Sol.

## Agua:

El agua, otro de los elementos del concreto que según **Harmsen (2017)**, “la función del agua en el concreto es hidratar al cemento, mejora la trabajabilidad de la mezcla., con características definidas por ASTM C1602/C1602M-12. debe ser potable o cualquier agua adecuada para la producción del concreto” (p.64).

El agua a utilizar, debe ser potable y cumplir con la norma NTP 339.088 y estas deben cumplir lo siguiente:

Tabla 8: características del agua

Elemento	Máximo	Unidad
Cloruros	300	Ppm
Sulfatos	300	Ppm
Sales de magnesio	150	Ppm
Sales solubles totales	1500	Ppm
PH (Concentración de Iones de hidrogeno)	>7	
Solidos de suspensión	1500	Ppm
Materia orgánica	10	Ppm

Los agregados gruesos reciclados según, **Senas, Priano y Marfil (2016)**, están hechos de hormigones de desecho triturado y se pueden utilizar como reemplazo de agregados naturales en la producción del concreto auto compactado, que tiene un impacto ambiental significativo, pues se deja explotar menos recursos naturales, utilizando desechos de la industria de la construcción. Una de las diferencias más significativas entre el concreto convencional y el concreto preparado con material reciclado es la presencia de dos tipos de interfaces: el proceso de transición entre el mortero antiguo y el agregado natural y la otra entre el nuevo mortero y el agregado natural. El mecanismo de falla de los hormigones que contienen agregados reciclados bajo cargas mecánicas depende de la calidad de las dos zonas de interfaz (p. 2).

La distribución del tamaño de los agregados naturales y reciclados se indican en la tabla 9 y 10.

Tabla 9, distribución de la arena natural y agregado fino reciclado según su tamaño

Tamiz	Retenido acumulado (%)	
	Arena natural (NS)	Agregado fino reciclado
N°4	-	-
N°8	20	45
N°16	32	69
N°30	41	80
N° 50 (300 $\mu m$ )	55	88
N°100 (150 $\mu m$ )	94	95

Fuente: Construction and Building Materials (Vol.113, 2016)

Tabla 10, distribución de la grava y agregado grueso reciclado según su tamaño

Tamiz	Retenido acumulado (%)	
	Grava (G)	Agregado grueso reciclado
1" (25mm)	-	-
$\frac{3}{4}$ " (19mm)	2	4
$\frac{1}{2}$ " (12.5mm)	28	35
$\frac{3}{8}$ " (9.5 mm)	66	74
N° 4 (4.75 mm)	100	100

Fuente: Construction and Building Materials (Vol.113, 2016)

Para **Senas, Priano y Marfil (2016)**, se puede utilizar hasta el 50% de agregado grueso reciclado y 20% de agregado fino reciclado, para obtener un concreto de buen rendimiento para ser utilizados en estructuras resistentes (p. 14).

Según **Carro, et al. (2015)**, la viabilidad de utilizar agregados reciclados finos (FRA) y agregados reciclados gruesos (CRA), fue demostrada por Kou y Poom, quienes obtuvieron un concreto auto compactado con una capacidad de trabajo y resistencia a la compresión aceptables. Con el 20%

de reemplazo no mostro ninguna pérdida de características del CAC, y la disminución de la resistencia a la compresión fue inferior al 10%. Por lo tanto, el reemplazo de arena natural con arena reciclada se considera factible. (p. 3 y19).

Tabla 11. Densidad y absorción de los agregados

Parámetros	Grava natural	Arena natural	Arena reciclada
Densidad aparente (kg/l)	2.61	2.77	2.60
Densidad seca (k/l)	2.53	2.69	2.10
Densidad saturada (kg/l)	2.56	2.72	2.30
Absorción 24 h (%)	1.12	1.00	9.30

Fuente: Construction and Building Materials (vol.96) 2015.

Las puzolanas son aditivos naturales o artificiales que se utilizan en producción de un concreto auto compactado con el objeto incrementar su comportamiento mecánico y físico, al respecto Muñoz (2017) señala que es un material silíceo o sillico- aluminoso, que tiene una reacción química al agregarse agua para preparar mezclas con propiedades hidráulicas” (p.40).

Según **Muñoz (2017)**, Las puzolanas pueden naturales o artificiales, indica que según la norma ASTM C 618 y la N.T.P. 334.104 las cenizas volantes la clasifican de la siguiente manera: **Clase F**, cuyas cenizas poseen propiedades puzzolánicas obtenidas del tratamiento térmico del carbón antracítico. **Clase N**, son las de origen natural a base de diatomitas o cenizas volcánicas. **Clase C**, son cenizas con características puzzolánicas y cementantes producto de la calcinación del lignito (p.40).

Tabla 12. La Puzolanas y su composición química

Descripción	Clase		
	C	F	N
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % mínimo	50	70	70
SO <sub>3</sub> , % máximo	5	5	4
Máximo % de contenido de humedad	3	3	3
Máximo % de pérdida por incineració	6	6	10

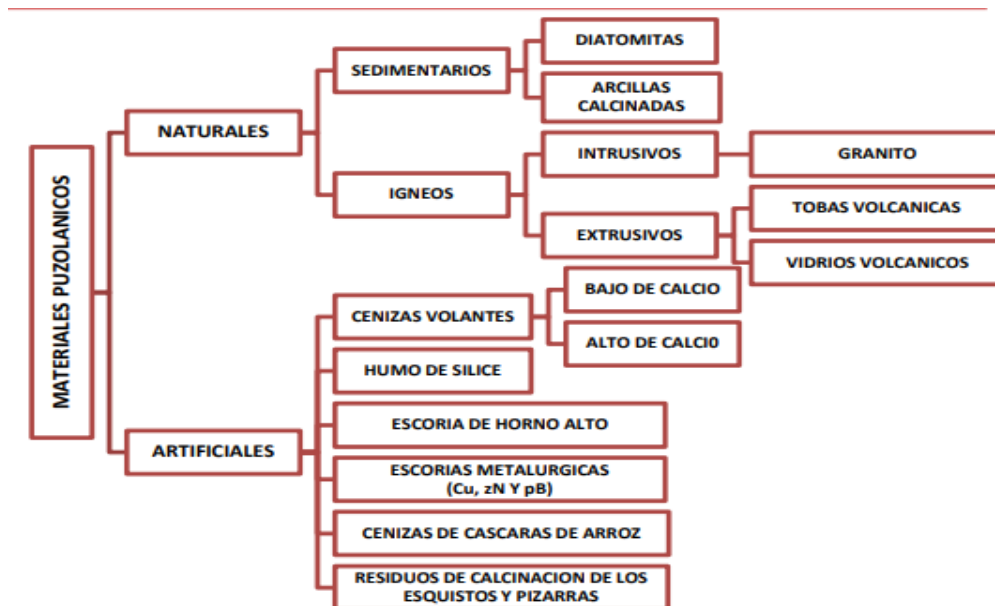
Fuente: (Muñoz, 2017,)

Tabla 13. Requerimientos físicos de puzolanas

REQUERIMIENTOS	Clase		
	C	F	N
Finura			
Proporción que no pasa la malla de 45 µm. (% max.)	34	34	34
<b>Índice de actividad:</b>			
Min. % a los 7 días	75	75	75
Mínimo % a los 28 días	75	75	75
% cantidad de agua máximo	105	105	115
<b>Estabilidad:</b>			
máximo% de expansión, contracción en autoclave,	0.8	0.8	0.8
<b>Uniformidad</b>			
Variación promedio de la Densidad en %	0.5	0.5	0.5
% que no pasa en la malla 45 µm (N°325),	0.5	0.5	0.5

Fuente: (Muñoz, 2017)

Grafico 2 materiales puzolánicos



Fuente: Jara y Palacios 2015.

Según Rocha y Romero (2017), definen al índice de actividad puzolánica, como la relación entre la resistencia a compresión del material puzolánico y



el mortero a base de cemento portland. El índice no debe ser menor a 0.75 (ASTM C311,2013:12-15)” (p. 25).

Según **Muñoz (2017)**, las puzolanas se clasifican en: cenizas volantes: provenientes de las erupciones volcánicas. **Tufos o tobas volcánicas (zeolitas)**: son cenizas volcánicas obtenidas por la acción hidrotermal con gran cantidad de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina reactiva ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). **Diatomitas**: que viene a ser rocas sedimentarias silíceas de origen orgánico, tipo (p.41).

Muñoz (2017), indica que las puzolanas artificiales están conformadas por: “Cenizas Volantes, producidas en centrales termoeléctricas cuyo combustible es el carbón pulverizado, cuyos finos están constituidos por partículas esféricas con diámetros entre 1 a 100  $\mu\text{m}$ .” (p.42).

Figura 3. Cenizas volantes



Fuente: Muñoz 2017.

Por su parte **Satheyan y Kalpáthy (2019)**, indican que las cenizas volantes (clase F y C) tienen una excelente resistencia al ataque de ácido hasta un 30% de adición. El rendimiento del hormigón, que contiene cenizas volantes finas y humo de sílice fueron estudiados por Bagheri et al. Y demostraron que la durabilidad de las mezclas se logra con el uso de cenizas volantes hasta el 40% del nivel de reemplazo (p.3).

En su investigación **Roca, M. (2019)**, usó, residuos volantes en hormigón tienes las siguientes ventajas: por que posee una capacidad reactiva, apta para el uso en la fabricación de concretos, aumenta la trabajabilidad en el estado plástico, por que incrementa la porosidad del sistema disminuyendo la

relación agua/cemento. La reacción puzolánica es exotérmica, pues el desprendimiento se realiza en forma progresiva a largo plazo. El efecto de la ceniza volante en el concreto se da por la reducción de agua suministrada en el revenimiento, con una adecuada manejabilidad, segregación reducida y una óptima cohesión. Asimismo, ayuda a disminuir los agrietamientos térmicos, se logra una mayor durabilidad, se reduce la permeabilidad (p.48).

Para **Batallan y Kalpathy (2019)**, “La resistencia al cloruro del hormigón aumenta con el tiempo de curado y con el porcentaje de cenizas volantes, según estudios realizados por Madhavi et al.” Agrega además que la tasa de absorción de agua en el hormigón por succión capilar a través de los poros del hormigón, la incorporación de cenizas volantes hasta el 25% y súper plastificantes mejoran el rendimiento, resistencia a la inserción de iones de cloruros, al sulfato del hormigón (p.3).

**Silva, Valencia y Delvasto (2018)**, indican que la incorporación de cenizas volantes y escoria en la preparación de un concreto autocompactante reflejan una adecuada fluidez. Las mezclas con escoria con una adición del 35% y 50% las resistencias a la compresión aumentaron en un 17% respecto al concreto patrón lo cual se debe a sus propiedades puzolánicas. (p. 10).

**Muñoz (2017)**, manifiesta que las arcillas naturales son calcinadas a temperatura entre 600 a 900°C para convertirse en amorfas, y que la micro sílice, es un sub producto del cuarzo de alta pureza que al ser tratada en un horno de arco eléctrico se obtiene silíceo con características puzolánicas (p. 5).

Figura 4. Micro sílice y su micrografía de partículas



Fuente: Muñoz 2017

**Para Gonzales (2016)** la micro sílice, “se obtiene por la separación las aleaciones metálicas producidas en las chimeneas de alto horno, con propiedades pozzolánicas que reaccionan con  $\text{Ca(OH)}_2$ , incrementando la propiedad mecánica y su durabilidad” (p. 26).

Tabla 14 Características de la micro sílice

Propiedades	Propiedades
$\text{SiO}_2$	90%
partículas	0.1-02 $\mu\text{m}$
Superficie específica	Mayor a 15,000 $\text{m}^2/\text{kg}$
Perfil	Redondo
Contenido de carbón	pequeño

Fuente: elaboración propia con información de Gonzales 2016.

Asimismo, indica que la micro sílice es una puzolana altamente reactiva que usados en un porcentaje de 5% a 15% del peso de cemento el concreto incrementaría su resistencia (p. 36).

**Según Muñoz (2017)**, para obtener un material pozzolánico de la cascara de arroz se debe tener cuidado que la combustión debe realizarse a una temperatura en  $400^\circ - 700^\circ\text{C}$  por encima de esta temperatura la ceniza adquiere una propiedad cristalina (p. 44).

Por su parte **Camargo e Higuera (2017)**, señalan que los componentes de la cascara de arroz son la sílice amorfa que se obtiene mediante un proceso térmico, en forma de ceniza que pase el tamiz N° 100 (0.15mm) y su utilización en un porcentaje de 5% presentan un comportamiento mecánico superior al concreto convencional (p. 94).

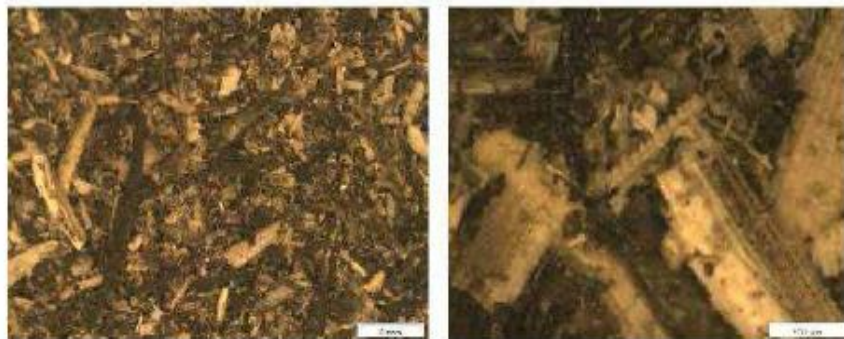
Tabla 15: Las características químicas de las escorias de cáscara de arroz

Ceniza de cascara de arroz (%)	
Componentes	Ceniza de cascara de arroz
Oxido de silicio	90
Oxido de aluminio	0.62
Oxido de fierro	0.50
Oxido de calcio	1.23
Oxido de magnesio	0.34
Oxido de sodio	Menor de 0.32

Oxido de potasio	2.07
Oxido de titanio	0.03
Merma por calor	0.50

Fuente: Camargo e Higuera 2017

**Figura 5** vista micrográfica de la ceniza de cascara de arroz



Fuente: Muñoz 2017

**Silva et al. (2019)**, señala que el residuo de mampostería (RM), es utilizado para la fabricación del ladrillo, estos son producidos utilizando como materia prima la arcilla y la arena y son cocidos a una temperatura entre 850 a 950°C, a dichas temperaturas se produce el meta caolín que es un material amorfo con características pusilánimas que pueden ser utilizados en la fabricación del concreto. (p.3).

Tabla 16. Componentes y características físicas del residuo de mampostería.

Elemento/oxido	RM (%)
SiO <sub>2</sub>	54.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.98
CaO	2.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.46
MgO	3.76
Na <sub>2</sub> O	1.43
K <sub>2</sub> O	1.69
SO <sub>3</sub>	1.14
Perdida por ignición	2.51
Gravedad especifica (kg/m <sup>3</sup> )	2623
Tamaño medio por partícula (μm)	21.69

Tabla 17 Propiedades químicas y físicas de puzolanas (ASTM C618)

Descripción	Puzolanas	RM
	Clase N (ASTM C618)	
Requerimiento químico		
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	70.0 Min.	86.22
SO <sub>2</sub> (%)	4.0 Max.	1.14
% de contenido de humedad	3.0 Max.	-
Merma por combustión (%)	10.0 Max.	2.51
Requerimiento físico		
% retenida en tamiz de 45	0.34 Max.	-
% de IAP a los 7 días	75 Min.	-
% de IAP a los 28 días	75 Min	127.8

Fuente: revista EIA 2019. Vol. 16

**Silva, Lange y Devasto (2019)** “Después de haber realizado ensayos en los concretos auto compactados usando el RM, hasta el 37.5% en sustitución del cemento, demostraron que esta mejora sus propiedades a edades superiores a 180 días de curado” (p.23).

**Rocha y Romero (2017)**, señalan que el residuo de catalizador gastado de craqueo catalítico (CGCC), está compuesta por sílico-aluminosa de estructura neolítica, y en precia de agua lo hace altamente reactiva. El hidroxilo de calcio favorece la formación de un gel silicato hidratado, que aporta la mayor parte de las propiedades de resistencia en el concreto (p. 28).

Tabla 18 componentes del Catalizador gastado de craqueo catalítico

ELEMENTOS	MASA (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,58
Ca O	0,14
Fe	0,48
K <sub>2</sub> O	0,06
Ni	0,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,49

Si O <sub>2</sub>	46,54
V	0,49
Na	0.32
Ti O <sub>2</sub>	0,51
*REO	3,54
La	3,54
Ce	0,12
C	0.10

Fuente: Reporte de la Unidad Laboratorio (ULAB) de PETROPERU

**Rocha y Romero (2017)**, indican además que el uso de CGCC, de un 10% en sustitución parcial del cemento Portland, mejora las propiedades del hormigón en un 3.53% por encima del concreto matriz” (p. 80).

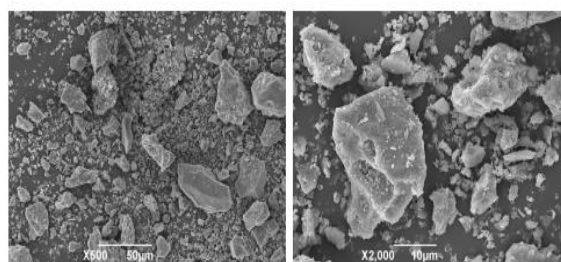
**Robayo et al. (2016)** señala que la escoria de carbón, molidos finamente reducen el volumen de vacíos, actuando como centros de nucleación y catalizador de la hidratación, mejorando el flujo en estado fresco y el índice de la actividad puzzolánica mínima es de 75% y el % de humedad y merma al calor de la escoria de carbón es del 114% de (p.4).

Tabla 19 características de la escoria de carbón.

Descripción	Efecto	Descripción	Efecto
partícula natural	25.4 mm	% de quemados	4.17 %
partícula triturada	19.13 $\mu m$	% de humedad	0.18%
Consistencia (kg/m <sup>3</sup> )	2280	Índice de actividad puzolanico (28 días)	92.58%

Fuente: Robayo et. al. 2016.

Figura 6 morfología de las partículas de escoria de carbón molida.



Fuente: Robayo et. al. 2016

En la investigación realizada por **Ukrainczyk, Vrbos y Koenders (2016)** referente a la reutilización de residuos de cenizas de biomasa leñosa en materiales cementosos, sostienen que la adición del 15% de cenizas, reemplazando el 5% de cemento y 3.33% de arena produce un material cementoso de grado estructural con una capacidad de trabajo aceptable.

En la investigación realizada por, **Chowdhury, Michra y Suganya (2015)**, las características químicas de la ceniza de madera para ser usadas como reemplazo del cemento, como la sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y quicklime (CaO) difieren significativamente de una especie de árboles a otra. En la tabla 18 se muestra esta variación.

Tabla 20. Variación de las características químicas de la ceniza

Grupo de biomasa	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> =3	Na <sub>2</sub> O	Wl <sub>2</sub>
Corteza de perra	4.38	69.06	8.99	4.13	0.55	5.92	2.24	1.85	0.13
Residuos forestales	20.65	47.55	10.23	5.05	2.99	7.2	1.42	1.6	0.4
Corteza de pino	9.2	56.83	7.78	5.02	7.2	6.19	2.79	1.97	0.19
Patatas fritas de pino	68.18	7.89	4.51	1.56	7.04	2.43	5.45	1.2	0.55
Álamo	3.87	57.33	18.73	0.85	0.68	13.11	1.16	0.22	0.28
Corteza de álamo	1.86	77.31	8.93	2.48	0.62	2.36	0.74	4.84	0.12
Aserrín	26.17	44.11	10.83	2.27	4.53	5.34	1.82	2.48	0.4
Corteza de abeto	6.13	72.39	7.22	2.69	0.68	4.97	1.90	2.02	0.12
Madera de abeto	6.13	72.39	7.32	2.69	0.68	4.97	1.9	2.02	0.12
Residuos de madera	53.15	11.66	4.85	1.37	12.64	3.06	6.24	4.47	0.57

### **Características del hormigón con cenizas de madera**

**Chowdhury, Michra y Suganya (2015)**, estudiaron hormigones que contenían diferentes porcentajes de ceniza de madera residual como aditivo (5%,10%, 15%, 20%, 25% y 30%, el resultado obtenido mostraba menos capacidad de trabajo que la muestra patrón. Los resultados se presentan en la tabla 20.

Tabla 21. Desplome del concreto con aditivo de ceniza de madera.

Contenido de ceniza de carbón (%)	0	5	10	15	20	25	30
Desplome (mm)	62	8	5	2.5	0	0	0

### **Capacidad de absorción de agua**

**Chowdhury, Michra y Suganya (2015)**, observaron que, con el aumento del porcentaje de reemplazo de ceniza de madera, la absorción aumento. Con un 5% de ceniza de carbón la absorción fue de 0.4% y con un contenido del 30% este aumento al 1.05%, siendo estos, mucho menores que el valor máximo aceptado del 10% para la mayoría de los materiales de construcción.

### **Solidez**

El reemplazo parcial del cemento por ceniza de madera causa un mayor grado de solidez de la pasta de cemento. Es así, que para un porcentaje de sustitución del 30%, la pasta de cemento mezclada más sólida fue de 1.45 mm, que sigue siendo inferior a la solidez máxima permitida de 10mm especificada por BS4550-Part 3.

Los concretos fabricados con ceniza de carbón según la investigación de Chowdhury, Michra y Suganya (2015), fueron de 34 MPa a los 28 días y 44MPa a los 365 días. La incorporación de la ceniza de madera aumento el desarrollo de la resistencia de la mezcla de hormigón, y el cemento se redujo en un 15%, esto se atribuyó al aumento de la actividad pozzolanica. En cuanto a la resistencia a la tracción está oscilaba entre 3.6 y 4.0 MPa a los 28 días y entre 4.2 y 5.1 MPa a los 365 días. En cuanto a la resistencia



a la flexión, con porcentajes de 5%, 8% y 12% de ceniza de madera se obtuvieron fueras de 4.1 MPa a los 28 días y 4.

4 MPa a los 365 días. En cuanto a la contracción del secado con el mismo porcentaje de ceniza, la contracción de la mezcla de control fue de -0.0092% a los 7 días y de -0.052% a los 232 días. Mientras con la incorporación de un 5% de ceniza de madera fue del 0.012% a los 7 días y de -0.027% a los 232 días. Con el 8% la contracción fue de 0.14% a los 7 días y -0.013% a los 232 días. Y con el 12% mostraron contracciones entre -0.0051% a los 7 días y -0.044% a los 232 días. Respecto a la resistencia al ataque con ácido, en un hormigón con proporciones de mezcla 1:2:4 y con relación agua cemento 0.65, se observó que la pérdida en la mezcla patrón fue más pronunciada en comparación con el hormigón modificado.

#### **Almacenamiento de las cenizas de madera:**

Según Carevic et al. 2021, el almacenamiento adecuado de las cenizas de madera no solo debe incluir la prevención de la contaminación y las preocupaciones saludables, sino que también puede afectar significativamente su calidad, por ello la caracterización detallada es el primer paso para decidir sobre el tratamiento y uso apropiado de estas cenizas. Por ello es importante comprender el envejecimiento de la ceniza de madera en términos de cambios químicos y minerales inducidos durante las diversas condiciones de almacenamiento. Las cenizas de madera tienen propiedades hidráulicas y puzzolánicas que hacen un material ideal para reemplazar parcialmente al cemento y así mejorar el impacto ambiental de los materiales de construcción. Sin embargo, estos materiales absorben el vapor de agua que conduce a una hidratación parcial de la superficie de los granos cementados, que al igual que el cemento su almacenamiento prolongado hace que acelere su envejecimiento. Las cenizas con mayor contenido de CaO, reaccionan más rápidamente con humedad en el aire, que los que se almacenan en contenedores cerrados. Por tanto, recomiendan que las cenizas se deben almacenar inmediatamente recogidas en contenedores cerrados para prevenir la pre hidratación y la carbonatación.

### **Uso de cenizas de madera como reemplazo parcial de la arena en el hormigón:**

De acuerdo a los estudios realizados por Siddique, Singh y Humar, 2019, las cenizas de madera sin procesar tienen una composición total de sílice, alúmina y férrico del 92.93% que lo califica como un material puzzolánico. Según los experimentos realizados por estos autores con un reemplazo de 5,10,15 y 20% de ceniza como reemplazo de la arena natural, sus propiedades mecánicas resultaron ser menor a las de la concreta muestra. Las mezclas de hormigón con cenizas de madera excepto las que contienen el 5% de ceniza de madera mostraron mayor absorción de agua, sorptividad y penetrabilidad cloruro-iones en comparación con el concreto patrón.

Según, **Robayo, Mejía y Puertas (2019)**, los materiales activados por álcalis (AAM) se consideran materiales claves para la sostenibilidad futura en la industria de la construcción que están incluidas en algunas normas como ASTM1175 (EUA), NTC121 (Colombia), PAS 8820 (Reino Unido), SIA 2049 (Suiza), GB/T 29423 (China), ASTM y comités técnicos de RILEM (TC 244-AAM) quienes han centrado sus esfuerzos para establecer reglamentos y normas para controlar y promover el uso de estos materiales en la industrial de la construcción a nivel mundial, y los NPs generalmente tienen un cierto grado de contenido amorfo (30%) que los hacen reactivos en presencia de soluciones fuertemente alcalinas, sin embargo, debido a su predominante naturaleza semi cristalina y bajo CaO y contenido reactivo de  $Al_2O_3$ , se emplean generalmente para mejorar su rendimiento mecánico de la edad temprana de los materiales activados por álcalis AAMS (p. 2 y 3).

Uso, del Calizo triturado de alta absorción

**Canul, Moreno y Mendoza, 2016**, se pueden utilizar cenizas volantes a base de calizo triturado de alta absorción en la preparación de concretos auto compactados sin que estos varíen en resistencia a la compresión como sustituto del agregado grueso y fino siempre y cuando estas sean trituradas adecuadamente.

**Para Pérez et. al. (2020)**, la escoria de cubilote, es el sub producto industrial de mayor volumen generado durante la producción de hierro gris en hornos de cubilote que transformados mediante un proceso aluminotérmico se convierten en material puzzolánico que puede ser utilizado como material suplementario del cemento (p. 3).

**Pérez et. al. (2020)**, así mismo indica que la escoria de cubilote y el material puzzolánico (MPS) poseen semejanzas en su estructura y cierto carácter amorfo desde el punto de vista mineralógico, por lo que los mayores valores de calor total acumulado alcanzados para los concretos con adición del MPS, con respecto a concretos con incorporación de escoria de cubilote están relacionados con un mayor grado de reacción puzzolánica, asociado a un mayor contenido de material reactivo. La escoria de cubilote tiene un mayor grado de amorfismo con respecto al MPS, pero el contenido de material reactivo de acuerdo a su composición química es menor y está compuesto por  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ , que representa el 87.88% de su composición química y registra un IBm de 0.82. el contenido total de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}$  no supera el 70% por lo que no cumple con las recomendaciones expresadas en la norma cubana NCTS528:2007 (p. 10).

En cuanto al polietileno tereftalato conocido como (PET), **Acevedo y Posada (2017)** indican que se caracteriza por su rigidez, resistente a la fatiga y desgarramiento, además de tener una buena conducta contra la humedad, y otros agentes químicos. Su uso permitiría tener concretos con menor impacto ambiental, además de ser una alternativa como agregado ante la poca disponibilidad de agregados (p.3).

Así mismo, **Acevedo y Posada (2017)** indican “según los resultados obtenidos utilizando el PET en un 15% como agregado fino, mejoro el asentamiento con respecto a la mezcla matriz” (p.11).

En cuanto a la ceniza de la caña de azúcar **Jara y Palacios (2015)**, indican que tratado térmicamente a temperaturas entre 400°C y 800°C se obtiene

tiene un producto con alto contenido de sílice y alúmina, con características puzolánicas (p. 31).

Agregan además **Jara y Palacios (2015)**, que el 70% aproximadamente de su composición química es de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que le da el carácter de puzolana (p. 51).

En cuanto a la perlita extendida, **Mohammed et al. (2020)**, señalan que el agregado de perlita extendida (EPA) se encuentra disponible en forma de roca volcánica cristalina. Después de ser sometido a un tratamiento térmico de aproximadamente 870°C. este proceso crea vacíos de aire en el agregado haciéndolo más ligero. Las mezclas de hormigón producidas con 10% y 15% EPA se podrían clasificar como hormigón ligero estructural basado en la clasificación ASTM. La resistencia a la flexión del hormigón modificado por el EPA resultó ser buena y la falla bajo carga dúctil bajo 3 puntos. El coeficiente de absorción de agua, permeabilidad al cloruro y migración de cloruro estaba en el rango de 4,10% a 7,22%, 354 a 844 coulombs y 11,90 a 17,07 ( $\times 10^{-12}$ ) m<sup>2</sup>/s, respectivamente. La contracción de secado en el hormigón modificado 20% modificado por la EPA fue mayor, sin embargo, fue comparable a la NWC en las mezclas preparadas con 10% y 15% EPA. La resistencia del hormigón modificado por la EPA fue moderada en la mayoría de las mezclas preparadas en el estudio realizado. En general, se puede afirmar que el hormigón desarrollado utilizando la EPA ligera logró una buena resistencia mecánica y tuvo un buen rendimiento en términos de durabilidad (p. 28).

En cuanto a los Súper plastificantes, **Ramos (2018)**, manifiesta que los aditivos súper plastificantes como el Sikament-290N permiten incrementar su resistencia y la trabajabilidad del hormigón, con una adición del 1.4% se logra una resistencia superior a la matriz en un 18% mayor (p. 76).

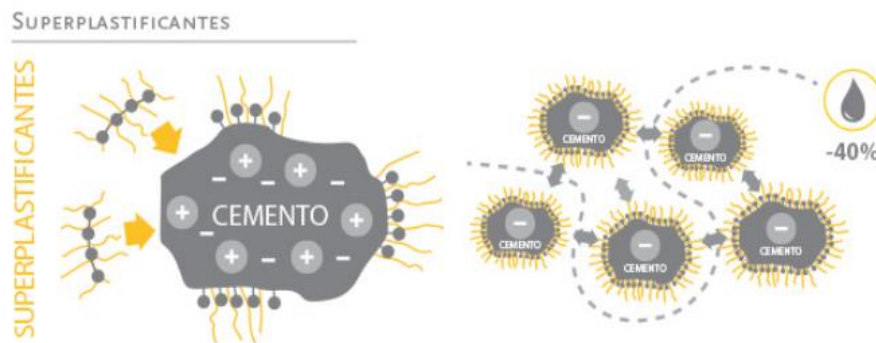
Por su parte **Bustamante (2018)** indica que los aditivos súper plastificantes permiten reducir considerablemente el contenido de agua del hormigón sin modificar su consistencia y aumenta su asentamiento (p. 35).

Indicando además que el porcentaje máximo del aditivo súper plastificante Glenium C 313 para alcanzar su máxima resistencia respecto al concreto matriz es del 1%. (p. 82).

**Tomala y Cucalón (2020)**, indican que los aditivos según su composición química se clasifican en: Reductores de agua, retardador de agua de alto rango, retardantes y aceleradores de fragua, y comportamiento específico (p.19).

Según **Putzmester (2020)**, los aditivos súper plastificantes tienen un efecto dispersante temporal, que permite una mejor hidratación de las partículas del cemento y mejoran las características de fluido o reología de la mezcla. Estos aditivos actúan en base a una repulsión esférica más que una electrostática, cuyo objetivo es el impedimento a una reacción contra otra molécula, impidiendo la aglomeración de partículas de cemento (p.2).

Fig. 7 comportamiento del súper plastificante



Por su parte **Saugo, et al. (2020)**, los aditivos a base de policarboxilato, de denominan súper plastificantes de tercera generación, con repulsión estérica como mecanismo de acción, que promueve una mejor dispersión de partículas mediante la reducción de la tensión superficial del agua, que se produce por la presencia de grupos funcionales, así como por la disminución de la fricción por la alineación de polímeros lineales a lo largo de la dirección del flujo de mezclas cementosas y propiedades de lubricación que son producidas por polímeros de masa molecular baja. Así mismo se indica que la eficiencia y el rendimiento de los súper plastificantes

aumentan con el peso molecular del polímero, así como la fracción de masa en la muestra.

Según, **Shanshan Qian et al. 2018**, el uso de súper plastificante de policarboxilato (PCE), reduce la viscosidad a partir del diseño innovador de la estructura molecular, y al ser analizadas por métodos diferentes como tensión superficial, absorción, viscosidad dieron buenos mediante el método de ensayo en el embudo V. Así mismo, demostraron la disminución del peso molecular, el tamaño de la cadena lateral y la adición de hidrofóbicos mejoran la capacidad de dispersión y viscosidad.

Según **Ninanya y Melgar (2016)**, los súper plastificantes, incrementan la fluidez de la pasta, reduciendo con esto el sangrado y la segregación cuyo mecanismo de acción es en forma de repulsión electrostática y de acción estérica (p. 17).

Así mismo, **Ninanya y Romero (2016)** señalan, cuando el índice de estabilidad es igual a cero, no se produce segregación, cuando VSI es igual a 1 no hay evidencia de segregación, cuando VSI es igual a 2 es inestable y cuando es igual a 3 es altamente inestable (p.26).

**Baoguo, M. et al. (2018)**, indican que el sangrado y la segregación se puede resolver con la adición de éter de hidroxipropil-metilcelulosa (HPMC) en el concreto, sin embargo, puede causar una dispersión del súper plastificador de policarboxilato (PCE). Por ello es necesario que el HPMC, tenga un peso molecular adecuado para equilibrar el efecto negativo del HPMC en la dispersión del PCE y el efecto de mejora de la viscosidad del HPMC para mejorar el sangrado y la segregación.

Según **Borralleras et al. (2017)**, los Aditivos modificadores de viscosidad, favorece la preparación de CAC, con baja viscosidad y mejoran su reología, su estructura es muy similar a los policarboxilatos que permiten interaccionar entre el aditivo y los elementos del cemento, lo que significa una reducción significativa de la viscosidad plástica. (p.6).

**Borralleras et al. (2018)**, indica que los súper plastificantes a base de polímeros PAE, tienen propiedades que controlan la sensibilidad debido a la disminución de la relación A/F y su viscosidad plástica, con ventajas en su colocación, optimizando costos de producción y su sostenibilidad (p.10).

Las variaciones estructurales en su estructura interna, guiaran producirse cambios en las características de dispersión y retención de agua, mejorando la compatibilidad con el cemento. El súper plastificante de policarboxilato sintetizado por monómeros insaturados de ácido carboxílico, macro monómeros alkane de cadenas largas producen una gran dispersión de cemento produciendo un gran rendimiento en el hormigón. Xiang S., Gao Y. y Shi C. (2020).

La cantidad optima de SPA es muy importante al diseñar un concreto auto compactado ya que es el factor clave en su viabilidad. Esta cantidad optima reducirá el tiempo, los materiales y el costo dedicados a la definición adecuada de mezclar proporciones de un concreto auto compactado. Zainz et al. 2020.

Al estudiar la influencia del súper plastificante de policarboxilato en la unión al cloruro en la pasta de cemento, se examinaron los isotérmicos de equilibrio cinética y termodinámica de unión de iones de cloruro en cemento con diferentes contenidos de súper plastificante de policarboxilato encontrando que estos pueden estar bien equipados por el isotérmico langmuir y freundlich isotérmico. Sin embargo, la cantidad de unión al equilibrio de cloruro se reduce con el aumento del contenido del súper plastificante de policarboxilato. Feng et al. 2018.

La metodología para la fabricación del concreto auto compactado según la federación europea (EFNABC) y el ACI, establecen parámetros de diseño para la fabricación de concretos auto compactados, los mismos que se deben tener en consideración al momento de realizar el diseño de la mezcla para su fabricación posterior.

Al respecto se muestra los parámetros de diseño en la tabla 22.

**Tabla 22. Límites para el diseño**

<b>Parámetros</b>	<b>EFNARC</b>	<b>ACI</b>
Relación agua/fino (m <sup>3</sup> )	0.80 a 1.10	-
Relación agua/fino (kg)	-	0.33 a 0.45
Total de finos (kg/m <sup>3</sup> )	400 a 600	386 a 485
Agregado grueso (% vol.)	28 a 35	28 a 32
Agua(m <sup>3</sup> )	Menor a 200	-
Parte de una mezcla (% en vol.)	-	34 a 40
Fracción de mortero (% den vol.)	-	68 a 72
Cantidad de cemento (kg/m <sup>3</sup> )	350 a 450	

Para Sainz, et al. (2020), el uso de los súper plastificante en cantidades optimas es fundamental, pues su aplicación reducirá el tiempo, los materiales y el dinero dedicados a la definición adecuada del mezclar proporciones de un súper plastificante.

### **Métodos de ensayo para concretos auto compactados**

Para **Reyes y Chahuayo (2019)**, el concreto auto compactado en estado fresco tiene características diferentes al concreto tradicional, las mismas que se obtienen con métodos de ensayos distintos a los tradicionales y esto métodos son el escurrimiento, el ensayo con el anillo japonés, la caja U, L y el del embudo en V (p.56).

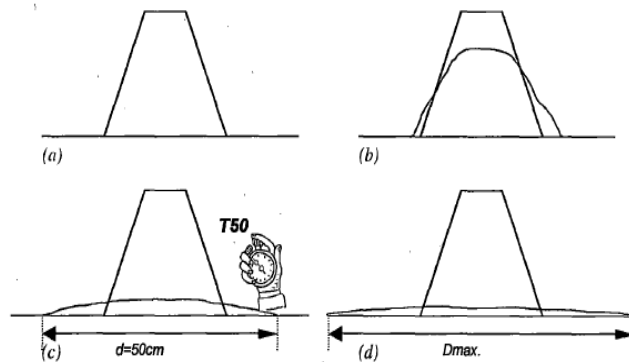
### **El ensayo de escurrimiento:**

Según **Reyes y Chahuayo (2019)**, indica que de acuerdo a la (UNE.833.61,2007) este ensayo nos permite determinar la viscosidad en estado plástico además de verificar la segregación. La prueba se realiza utilizando el cono de Abram en el que se llena el concreto sin compactar sobre una placa lisa nivelada que tiene una marca circular de 500mm de diámetro. Sobre ella se deja fluir la muestra y se toma el tiempo que demora la mezcla en desplazarse hasta alcanzar 500 mm de diámetro (T50) para luego obtener la distancia máxima alcanzada (Dmax) (p.56).



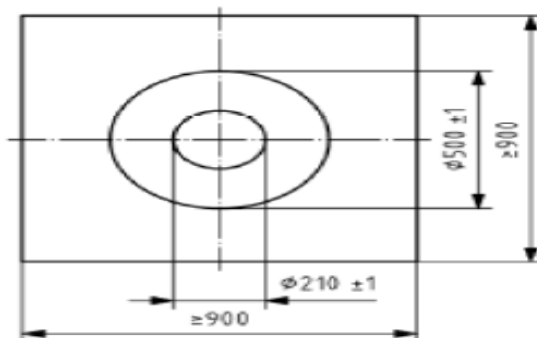
La debe tener 900mm de ancho x 900mm de largo sobre ella se hace la marca de las circunferencias con diámetros entre 210 y 500 mm.

Figura 8. Ensayo de flujo de caída en el cono de Abram



**Gráfico 3.1.** Ensayo de Extensión de Flujo, (a) al inicio  $t=0$ , (b) mezcla en proceso de deformación  $0 < t < T50$ , (c) extensión de flujo de 50 cm. de diámetro, (c) deformación total de la mezcla

Figura 9 representación de placa base con sus medidas



Fuente: UNE-EN 12350-8 2011

Procedimiento para realizar la prueba:

- Se coloca el cono sobre en el centro de la placa sobre el diámetro de 210mm.
- Se rellena el cono con la mezcla y transcurridos 30 segundos se levanta el cono.

Con la realización de este ensayo se evalúa lo siguiente:

- a) T500, es la medida que se demora el hormigón en cubrir el diámetro mayor (Df), una vez terminado de fluir el hormigón. Seguidamente se toman las medidas de  $d_1$  y  $d_2$  y con ello se determina la media aritmética, los resultados se dan en mm.

La Prueba del anillo japonés (NTP.3393.220,2008), según **Reyes y Chahuayo (2019)**, es un aparato que se utiliza para evaluar las habilidades del concreto auto compactado para que pueda fluir y pasar entre barras de armadura, se mide el tiempo (T500) el diámetro final (Df), con este ensayo se miden las distancias alcanzadas al inicio y al final, en el interior y exterior del anillo, recomendando que los diámetros alcanzados no deben ser mayores a 50mm, respecto al ensayo de escurrimiento (p.57).

Figura 10 representación del equipo de anillo japonés



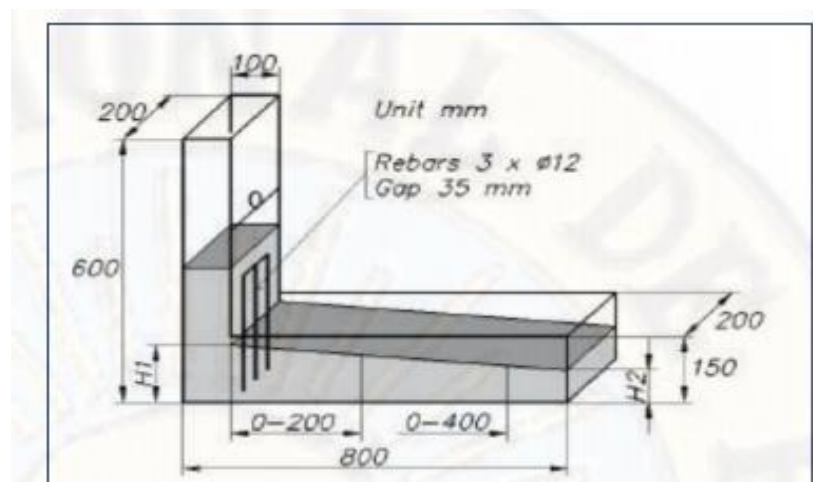
Según **Reyes y Chahuayo (2019)**, la prueba de la caja L, permite conocer la fluidez, la capacidad de segregación mediante la visualización; teniendo en cuenta que el coeficiente  $h_2/h_1$  sean superiores a 0.80 para ser considerados aptos a la resistencia de bloqueo, permitiéndonos conocer

además los valores que cuantifica el bloqueo, recomendando que los tiempos deben estar en el rango  $T_{20} < 1.5$  s y  $T_{40} < 2.5$  s. (p.59).

En ensayo consiste en llenar el concreto, una vez esté lleno se abre la compuerta, el concreto debe pasar por unas barras verticales ubicadas en las interfaces de ambas secciones.

El molde tiene una forma rectangular, compuesto por un deposito vertical y horizontal. La altura vertical es de 600mm con una abertura de 100mmx200mm, la longitud horizontal de 700mm, con ancho de 200 mm y 150mm de alto, la capacidad debe ser 13 litros de concreto. Se utilizan 3 barras de diámetro  $12 \pm 0.2$  mm para áridos menores a 20 mm y dos de 16mm de diámetro, para agregados mayores a 20mm.

Figura 11 dimensiones de la caja L.

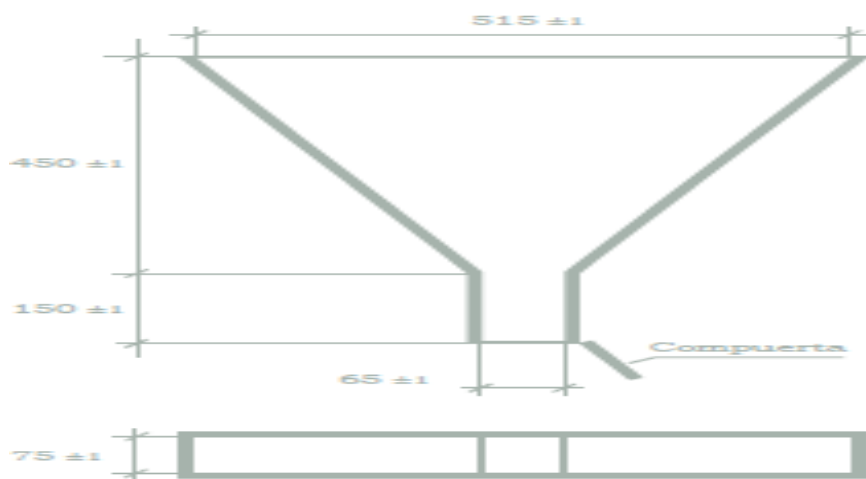


Fuente: Reyes & Chahuayo 2019.

Prueba del Embudo V. **Según Chillón (2018)**, El propósito de esta prueba es: medir su fluidez, viscosidad plástica, del concreto fresco. El tiempo deseable para que se desocupe el recipiente debe ser menor a 8 segundos (p.37).

Según **Reyes y Chahuayo (2019)**, para realizar este ensayo se debe cargar con hormigón, se espera un minuto y abrir la compuerta, tomar el tiempo que demora en vaciarse hasta que el embudo quede vacío, la velocidad de fluencia debe ser constante y continua, si se presenta variación de velocidad es señal que se está presentando un bloqueo, si la velocidad es alta y el tiempo alto nos la da la señal que el concreto es muy cohesivo, por la mayor cantidad de agregados (arena cemento), baja volumen de agua y mala dosificación del aditivo (p.58).

Figura 12. Dimensiones del embudo V



Fuente: UNE-EN 12350-9

Rangos de aceptación de resultados de las pruebas, según la publicación “especificaciones y directrices para hormigones auto compactados” HCAC de EFNARCF. Los rangos de aceptación aproximados son:

Tabla 23 Requisitos generales para la auto compatibilidad

PARAMETROS DE ACEPTACION DEL CAC				
Ensayos	Medida	Mínimo	Máximo	Unidad
Asentamiento	df	550	850	Mm
Asentamiento	T50	2	8	Segundos
Embuto V	Tv	4	20	Segundos
Caja L	$h_2/h_1$	0.75	1	adimensional
Anillo Japonés	df	0	10	mm

### Diseño de Mezcla:

Según la teoría, existen varios métodos de dosificación de un CAC, pero en su mayoría basados en recomendaciones y rangos de proporciones de material, los cuales deben ser probados y optimizados en base a sus propiedades de fluidez y estabilidad en estado fresco, para la siguiente mezcla de prueba diseñamos un concreto auto compactado en base a un alto contenido de finos y súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931. Siguiendo la metodología del [ACI237R, 2007].

El ACI237R, 2007 recomienda el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el agregado grueso y la proporción de agregados
2. Estimar la relación requerida de contenido cementicio y agua según la tabla N° 24.

Tabla24: Fluidez de asentamiento y contenido de finos (ACI237R,2007).

Fluidez del asentamiento	<550mm	550-650mm	>650mm
Contenido de finos	355-385 (kg/m <sup>3</sup> )	385-445 (kg/m <sup>3</sup> )	<458 (kg/m <sup>3</sup> )

3. Calcular el volumen de pasta y mortero
4. Seleccionar los aditivos
5. Realizar pruebas de mezcla
6. Probar, evaluar la trabajabilidad, estabilidad, habilidad de relleno y paso de un concreto auto compactado mediante las pruebas en estado fresco.
7. Ajustar las medidas del hormigón hasta que las propiedades requeridas sean alcanzadas. Ver tabla N°25.

Tabla 25. Recomendaciones de las proporciones para un CAC (ACI 237R, 2007)

PARAMETRO	PROPORCION
Volumen absoluto del agregado grueso	28-32% (TMN 12.5mm) Tamaño nominal máximo
Porcentaje de pasta (% en volumen)	34-40% ( volumen total de la mezcla)
Porcentaje de mortero (% en volumen)	68-72%(Volumen total de la mezcla)
Relación a/c típicas	0.32 a 0.45
Contenido de cemento	386 a 475 kg/m <sup>3</sup>

Se ha decidido trabajar con una relación a/c 0.50. se estima una cantidad de cemento denominado factor cemento (FC), la relación de finos (rf) define la relación de agregado fino sobre agregado grueso, la cual la estimamos mayor que un diseño de un concreto estándar. De acuerdo a la matriz de combinaciones establecidas se procede a preparar las dosificaciones del concreto auto compactado.

Tabla 26 Requerimiento de agua para concreto (m3).

Asentamiento	Máxima dimensión del agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Hormigón sin aire incluido								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Hormigón con aire incluido								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: ACI 211

#### **Relación (a/c) agua /cemento**

Se ha estimado tomando en cuenta la recomendación hecha por el ACI 211, según la resistencia requerida en 28 días de edad.

Tabla 27. Relación agua/cemento

f'c (kg/cm2)	Relación agua cemento en peso	
	Hormigón sin aire incorporado	Hormigón con aire incorporado
420	0.41	
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.35
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211

La resistencia a la compresión promedio requerida (kg/cm2), se calcula de acuerdo al parámetro establecido en la tabla 4.3.2b del reglamento nacional de edificaciones.

f'c	f'cr
Menos 210	$f'cr = f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$

### Aditivo Z Fluidizante SR-TR931

Es un reductor de agua de última generación utilizado en la preparación de un concreto auto compactado, con estándares recomendados por la norma ASTM C 494, tipo A, F y G.



Figura.13. aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR- TR 931

### **Especificaciones técnicas:**

El uso en porcentaje varía de 0.4% a 2.0% sobre el peso del cemento

Densidad: 1.14 ±0.02 kg/lts.

Reduce el agua en un 10 a 20% del agua, esto puede aumentar la resistencia y durabilidad hormigón.

Uso: se agrega el aditivo después de pre mezclar los agregados con el cemento diluyendo con una parte del agua a utilizar por espacio de cinco minutos, esperar de 10 a 15 minutos para que el aditivo reaccione y se logre una mezcla fluida.

## **III. METODOLOGIA**

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

El estudio realizado es de carácter aplicada, ya que busca una posible utilidad práctica.

**Lozada (2014)**, lo define como una relación existente por la teoría y el resultado obtenido, esta se da mediante la aplicación teórica usando la tecnología adecuada que garantice su aceptación la cual permitirá crear modelos que concreten la idea y trasladar a la industria para ser transformados en (p.35).

**Diseño de investigación** es experimental pura.



Los diseños experimentales puros según **Sampieri (2014, p.141)**, son aquellos que reúnen una o más variables dependientes e independientes para lograr el control y validez interna.

Porque la hipótesis se verifica mediante la manipulación de las variables por parte del investigador. Donde se evalúa el efecto de la ceniza de carbón de madera y el aditivo Z Fluidizante SR-TR93, para medir la resistencia y su viscosidad del CAC. el esquema de diseño es el siguiente:

RG <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
RG <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
RG <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
RG <sub>4</sub>	X <sub>4</sub>	O <sub>4</sub>
RG <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	O <sub>5</sub>
RG <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	O <sub>6</sub>
RG <sub>7</sub>	X <sub>7</sub>	O <sub>7</sub>
RG <sub>8</sub>	X <sub>8</sub>	O <sub>8</sub>
RG <sub>9</sub>	X <sub>9</sub>	O <sub>9</sub>

Donde:

RG (1,2,3,4,5,6,7,8,9)	Grupos experimentales
RG <sub>0</sub>	Grupo patrón
X1	Dosificación 0.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 10%
X2	Dosificación 1.4% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 10%
X3	Dosificación 1.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 10%
X4	Dosificación 0.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 15%
X5	Dosificación 1.4% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 15%

X6	Dosificación 1.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 15%
X7	Dosificación 0.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 20%
X8	Dosificación 1.4% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 20%
X9	Dosificación 1.8% de aditivo +ceniza de aserrín de madera 20%
O (0)	Concreto Matriz
O (1,2,3,4,5,6,7,8,9)	Concretos modificados

## 3.2 Variables y operacionalización

### 3.2.1 Variables

- **Variable independiente 1**  
Cenizas de carbón de madera
- **Variable independiente 2**  
Aditivo Z Fluidizante SR-TR93I
- **Variable dependiente 1**  
Resistencia de concreto auto-compactado
- **Variable dependiente 2**  
Viscosidad de concreto auto-compactado

### 3.3.2 Operacionalización

#### **Cenizas de carbón de madera:**

Dimensión: Dosificación (% en peso)

Indicador: 10%, 15% y 20%

#### **Aditivo Z Fluidizante SR-TR93I**

Dimensión: Dosificación (% en peso)

Indicador: 0.8%, 1.4% y 1.8%

#### **Resistencia de concreto auto-compactado**

Dimensión: kg/cm<sup>2</sup>

Indicador: 7 días, 14 días y 28 días

### **Viscosidad de concreto auto-compactado**

Dimensión:

Asentamiento

Cualidad de relleno

Eficiencia de paso (Caja L)

Capacidad de paso (Tv)

## **3.3 Población y muestra**

3.3.1 Para **Palella y Martins (2012)**, la población es el total de elementos del que se quiere conocer y ser analizadas y tener conclusiones (p. 105).

Para la presente investigación la población lo representa todos los concretos auto compactados para uso estructural.

3.3.2 **Muestra, Hernández, Fernández y Batista (2014)**, definen una población a los elementos cuyas características deben ser representativas (p.175).

Por su parte **Palella y Martins (2012)**, lo define como un subconjunto de la población, sobre el que realizamos el experimento con el objeto de obtener conclusiones generalizables de la población (p.106). Para esta investigación la muestra representa el concreto auto compactado fabricado utilizando una proporción de cenizas de carbón de madera y el aditivo Z Fluidizante SR-TR93I.

### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo utilizado es el no probabilístico intencional, donde se establece los criterios para seleccionar las unidades de análisis, el criterio utilizado es el tipo factorial donde se combina la influencia de las variables independientes sobre las variables

dependientes se calcula el tamaño de la muestra. La variable independiente puede tener dos o más valores y cada condición experimental consiste en la combinación de los respectivos valores de una variable independiente con los de otros.

Tenemos dos variables independientes: las cenizas de carbón de madera y el aditivo Z Fluidizante SR-TR93I. Y como variables dependientes la resistencia a la compresión y la viscosidad.

Para determinar el porcentaje de los aditivos se ha tomado en consideración los antecedentes de varios investigadores (ver tabla 28).

Tabla 28. Porcentajes de puzolanas utilizadas en investigaciones

AUTOR	PORCENTAJE (%) DE PUZOLANAS UTILIZADO EN LA INVESTIGACION										
	2.50%	5.00%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	75%	100%
Huaquisto S., Menéndez E., San Juan M., (2013)	2.50%	5.00%	10%	15%							
Mechti T., Mnif,M., Chaabouni y J. Rovis (2014)			10%	15%	20%						
Bahurudeen, Marckson, Arun Kishore y Manu Santhanan (2014)			10%	15%	20%		30%				
Dhanya Swathyan y Kalptty Balakrishan Anand					20%	25%	30%		40%		
Pastrana, Silva, Adrada, y Delvasto (2019)			10%		20%		30%				
Caro et al. (2015)						25%				75%	100%
Paya, Monzó, Borrachero, Serna, Velásquez y Ordoñez			10%	15%			30%	35%			
<b>TOTAL</b>	1	1	5	4	4	2	4	1	1	1	1
<b>PROPUESTA DEL PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>							

Fuente: elaboración propia.

**Martínez et al. (2014)**, ponentes en un congreso internacional trataron sobre el tema Influencia del porcentaje de aditivo súper plastificantes de tercera generación donde recomiendan que el

consumo debe estar entre 0.3% y 1.5% del peso del cemento (p.3).

Por su parte **Da Silva, Gómez y Morais (2019)**, en su trabajo de investigación Método analítico de determinación del punto de saturación de súper plastificantes en materiales cementicios usando el cono de Marsh, usaron súper plastificantes entre el 0.2% a 0.80% del peso del cemento (p.255). existen otros investigadores que han utilizado diferentes % del aditivo súper plastificante (tabla 29).

Tabla 29. Porcentaje de súper plastificantes utilizados en investigaciones

AUTOR	% DE SUPERPLASTIFICANTE EN DOSIFICACION DE CAC				
	1.00%	1.50%	2%	3%	
SAINZ, et al. 2020	1.00%	1.50%	2%	3%	
Muños y Pacheco	0.85%	0.97%	1.25%		
Dhanya Swathyan y Kalptty Balakrishan Anand	0.10%	a	1.20%		
Química Suiza	0.20%	0.50%	2%		
Tómala Pozo, Cucalón Rosales (2020)	0.93%	1.00%	1.87%	2%	
Gean Quispe y Petherson Urrutia (2020)	0.50%	0.75%	1.00%	1.50%	2%
Huamán Manayay y Llanos Dávila	0.30%	0.70%	1.40%		

Considerando estos criterios y recomendaciones del fabricante del Aditivo Z Fluidizante SR-TR93I, para la presente investigación se usará el siguiente porcentaje: 0.8%, 1.4% y 1.8%

Denominamos:

A: número de niveles de las cenizas volantes

B: número de niveles del aditivo Z Fluidizante SR-TR93I.

A1: 10%	B1: 0.8%
A2: 15%	B2: 1.4%
A3: 20%	B3: 1.8%

Diseño factorial: 3x3

Numero de ensayos: 9

Tabla 30: matriz factorial de variables independientes

	B1	B2	B3
A1	10%,0.8%	10%,1.4%	10%, 1.8%
A2	15%,0.8%	15%,1.4%	15%,1.8%
A3	20%,0.8%	20%,1.4%	20%, 1.8%

Fuente: elaboración propia

**Variable dependiente:**

**Resistencia a la compresión** a los 7, 14 y 28 días.

Numero de probetas: (#matriz) (# replicas) (# variables)  
 $9 \times 3 \times 3 = 81$  probetas

**Viscosidad:**

Numero de ensayos: (#matriz) (# replicas) (# variables)

$9 \times 1 \times 1 = 9$  ensayos

**Muestra patrón: 9**

Total, de la muestra =  $81 + 9 = 90$  ensayos.

**3.4 Procedimientos y herramientas para la obtención de información**

**3.4.1 Procedimiento para obtener la información:**

Observación directa: esta técnica nos permite observar y registrar las características de los experimentos realizados en estado fresco y endurecido. Nos permite observar todos los aspectos relacionados al comportamiento y características del objeto observado.

**Los pasos que integran la técnica de la observación son:**

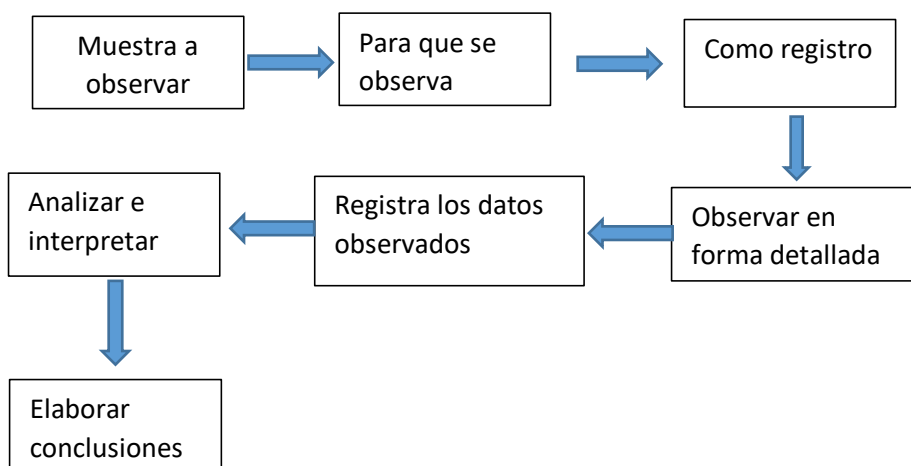


Grafico 3. Pasos a seguir con la técnica de la observación

### **3.4.2. instrumentos para la recolección de datos:**

Son documentos en el cual se sintetizan toda la información recolectada en el diseño escogido para el trabajo, en donde se evidencia la correspondencia entre la teoría y la práctica. En tal sentido el instrumento es la guía de observación. Estos instrumentos provienen de dos fuentes de información: fuentes primarias que son los porcentajes de aditivos a utilizarse en la preparación del concreto auto compactado y como fuentes secundarias que lo constituyen los libros las revistas científicas, manuales y normas que regulan la fabricación del CAC.

### **3.4.3 Validez y confiabilidad**

Según **Sampieri, Fernández y Baptista (2014)**, los resultados es consecuencia del grado de confiabilidad producido en forma consistente y que este mida a la variable analizada, definiendo de esta manera la validez del instrumento usado.

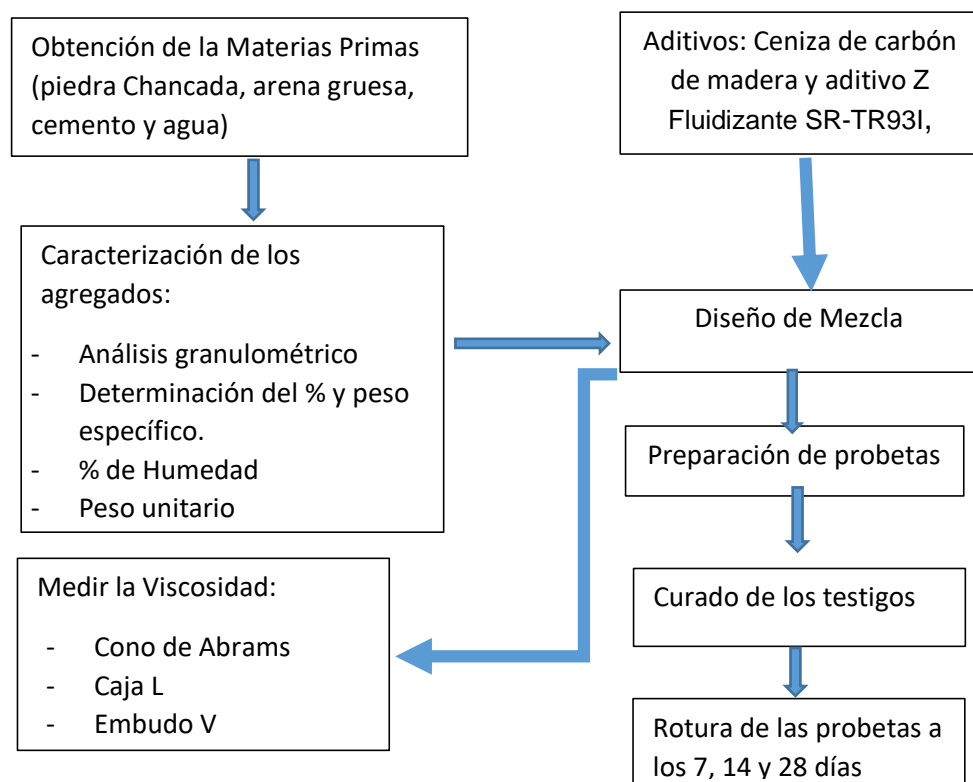
Así mismo indican, **Sampieri, Fernández y Baptista (2014)**, que para medir la valides de un instrumento de medición esta debe tener una evidencia, que para esta investigación consideramos al relacionado al constructo; el constructo explica cómo se vinculan las mediciones de la variable de manera congruente tomando en cuenta los conceptos teóricos que tiene lugar en una hipótesis. (p.203). Para la presente investigación la validez será respaldada por profesionales del laboratorio de ensayos en agregados y concreto JJ GEOTECNIA SAC. Laboratorio LEMICOMS, y el laboratorio Sistema de servicios y análisis S.A.C. SLAB.

## **3.5 Procedimientos**

Para la recolección de datos se procede con recopilar la información referente a las cenizas de aserrín de madera y el aditivo Z Fluidizante

SR-TR93I, seguidamente se procede con la obtención de los agregados a utilizar ya sea obteniendo directamente de la cantera o de un proveedor, que cumplan con las normas establecidas. Esta debe ser potable. seguidamente se procederá diseñar la muestra patrón determinando su resistencia a la compresión, seguidamente se procede a preparar los concretos auto compactados con la combinación de las dosificaciones establecidas según el diseño de la investigación en la cantidad de muestras establecidas utilizando las cenizas de carbón de madera y el aditivo Z Fluidizante SR-TR93I, para evaluar su viscosidad y resistencia requerida a los 7, 14 y 28 días. De acuerdo a nuestro objetivo se deben evaluar dos variables directas: La viscosidad y la resistencia a la compresión.

Grafico 4. Diagrama del procedimiento del experimento a realizar:



**3.5.1 Medición de la viscosidad:** la medición de la viscosidad se da determinado su fluidez de asentamiento según ASTM C1611 y la NTP-339-185. Para ello se utilizan los siguientes métodos e instrumentos:



### **Cono de Abram:**

#### Procedimiento

1. Se humedece la placa metálica,
2. Se debe verificar que la superficie plana se encuentre nivelada, este se colocar centrado en la base.
3. Llenar el cono sin utilizar un instrumento de compactación en una sola capa, se limpia los restos del concreto sobre el perímetro de la base.
4. Se levanta el cono verticalmente y se deja fluir el concreto libremente.
5. Se toma el tiempo desde que se levanta el cono hasta que la mezcla se estabilice y alcance los 50 cm.
6. Luego se toma la medida del diámetro alcanzado en tres direcciones diferentes.

De este ensayo se obtiene los siguientes datos: diámetro máximo ( $D_{max}$ ), que alcanza la mezcla y tiempo en alcanzar los 50 cm de diámetro ( $T_{50}$ ). El diámetro máximo está relacionado a la capacidad de fluir del CAC en estado fresco, y el  $T_{50}$  nos indica la velocidad y la viscosidad de la mezcla, a mayor tiempo menor velocidad y mayor viscosidad.

### **Ensayo en el embudo V:**

#### Procedimiento:

1. Limpiar el embudo y la compuerta inferior
2. Humedecer la superficie inferior
3. Cerrar la compuerta y llenar el embudo sin compactar la mezcla.
4. Nivelar el embudo en la parte superior.
5. Esperar 10 segundos después del llenado el embudo abrir la compuerta, tomar tiempo ( $t_v$ ) cuando se ve el interior verticalmente del recipiente.

6. La mezcla debe bajar en uniformemente y a velocidad constante, caso contrario se podría concluir que se está produciendo un bloqueo debido a la segregación. Si el tiempo de vaciado es demasiado alto puede ser un indicativo de ser muy cohesivo, esto puede ser por una mayor cantidad finos y poco volumen de agua o una el porcentaje del aditivo inadecuado, el limite recomendado por diferentes investigadores es que el límite superior no debe sobrepasar los 25 segundos.

### **Caja L**

Procedimiento:

1. Se humedece la caja L
2. Verificar que este correctamente ubicada
3. Se llena en el depósito de concreto sin una compactación
4. La mezcla debe reposar por espacio de 60 segundos
5. Abrir compuerta para que fluya la mezcla hacia la horizontal.
6. Cuando haya recorrido la mezcla horizontalmente 20 y 40 cm se registra el tiempo.
7. Cuando la mezcla comienza fluir horizontalmente se registra las alturas al inicio y al final.

Se obtiene la siguiente información: T20 y T40; tiempos que demora el concreto en recorrer los 20 y 40 cm horizontalmente. Relación entre alturas en ambos extremos horizontalmente. Esto nos indica la capacidad de fluir atravesando zonas de alta densidad de refuerzo, así como auto nivelarse. Si al abrir la compuerta la mezcla no fluye por un bloqueo en su salida es muestra que existe segregación o el grueso es demasiado alta.

### **3.5.2 Resistencia a la compresión**

Procedimiento:

1. Se procede a codificar las muestras obtenidas en las probetas
2. Se somete al curado respectivo

3. Se lleva al laboratorio
4. La probeta debe ubicarse paralelamente en la compresora en su base inferior.
5. La mezcla se debe vaciar en forma continua, constante y sin rozamiento, hasta producirse la falla.
6. Se anota la lectura de la resistencia a la compresión.

### **3.6 Análisis de información**

**Hernández (2012)**, indica que se debe tener presente las variables y tener una idea de su comportamiento apoyados de algunos gráficos elementales que nos ayuden a cuantificar y describir adecuadamente las características de la variable, interpretando correctamente todos los resultados obtenidos. Las observaciones están dadas en una escala de razón, pues nos permite operar matemáticamente con los datos y obtener una serie indicadores que nos permitirán describir el comportamiento para la muestra analizada (p.23, 24).

**Hernández (2012)**, indica que tratándose de un conjunto de elementos de una variable se agrupan y ordenan los valores que se repiten obteniendo una tabla de frecuencias. (p.26). Para ellos utilizamos el software Excel.

Como podemos ver la observación estadística, en el caso de variables cuantitativas se puede manejar de acuerdo como se caracterice a las distribuciones de frecuencias. Y la técnica más usada es la varianza y su raíz cuadrada.

En el análisis de datos se debe realizar un análisis crítico interpretando los resultados obtenidos buscando comparar lo encontrado en la investigación primaria con la revisión de la literatura.

### **3.7. Aspectos éticos**

Toda investigación se debe caracterizar por principios éticos y morales, evitando el fraude académico, al emplear párrafos y textos de autores sin la referencia correspondiente, es decir reconociendo el trabajo de investigadores que se puedan utilizar en el informe de la investigación usando la norma de referencia ASI 690- y 690-2.

Manteniendo el nivel adecuado en el análisis y discusión en el desarrollo del trabajo correspondiente. La honestidad y transparencia son los principales principios que deben regir en la investigación.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Ubicación del depósito de agregados

El depósito empleado para realizar cada uno de los ensayos de los agregados es la cantera Trapiche que está ubicada en el km. 39 Carretera a Canta- Carabayllo.

##### 4.2 Evaluación de los agregados:

###### Arena Gruesa:

###### A. Granulometría

La evaluación de la granulometría nos permite conocer si este se encuentra dentro de los rangos que indica la norma. Para ello se utilizaron tamices certificados del laboratorio JJ. GEOTECNIA S.A.C., el mismo que se utilizó en el diseño de mezcla.

Las evaluaciones se hicieron en concordancia con la norma ASTM C 33. Los resultados obtenidos fueron:

Peso inicial húmedo (g) = 589.2                      %W = 0.8

Peso Inicial seco (g) = 564.7                      MF = 2.72

Tabla 31. Análisis granulométrico del agregado fino

MALLAS	ORIFICIO (MM)	RETENCION		% AUMENDATO		NORMAS ASTM C 33
		(g)	(%)	NO PASA	Pasa	
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
N° 4	4.78	5.60	0.9	0.9	99.1	95-100
N°8	2.38	73.2	12.5	13.4	86.6	80-100
N° 16	1.19	129.3	22.1	35.5	64.5	50-85

N° 30	0.60	134.0	22.9	58.4	41.6	25-60
N° 50	0.30	102.6	17.5	75.9	24.1	05-30
N°100	0.15	70.7	12.1	88.0	12.0	0-10
fondo		70.1	12.0	100.0	.0.0	0-0

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

En la tabla podemos observar los pesos retenidos del agregado fino cuyo porcentaje ha servido para obtener la curva granulométrica.

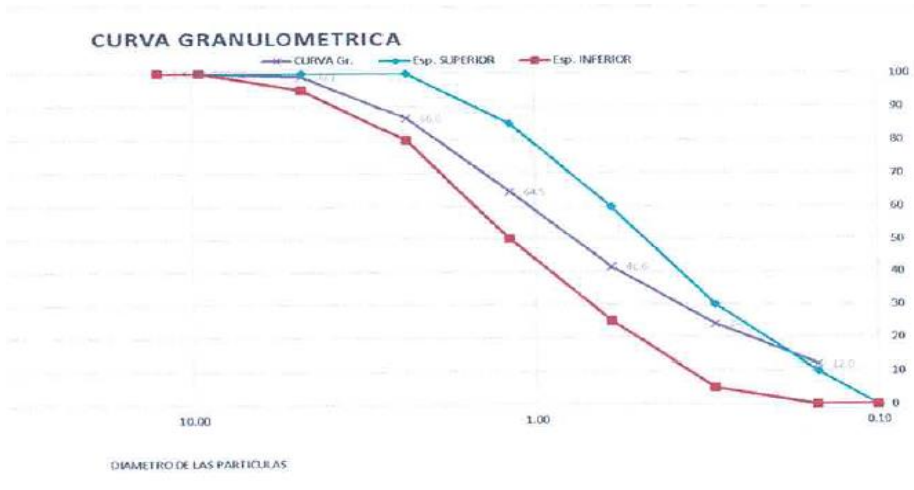


Gráfico 5. Curva granulométrica del agregado fino.

### B. Peso unitario:

De acuerdo al análisis realizado por el laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 32. Gravedad unitaria de la arena

MUESTRA N°			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + molde	g	6573	6540	6559
2	Peso del molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la muestra (1-2)	g	4210	4177	4196
4	Volumen del molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso unitario suelto de la muestra (3/4)	g/cc	1.525	1.513	1.520
Gravedad unitaria promedio suelto		g/cc	1.520		

MUESTRA N°			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + molde	g	7612	7609	7579
2	Peso del molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la muestra (1-2)	g	5249	5246	5216
4	Volumen del molde	cc	2760	2760	2760

5	Peso unitario suelto de la muestra (3/4)	g/cc	1.902	1.901	1.890
Promedio de la gravedad unitaria compactado		g/cc	1.897		

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

### C. Gravedad específica y absorción

Se indica en la tabla 33:

Tabla 33. Gravedad específica y absorción de la arena

MUESTRA N°			M-1	M-2	promedio
1	Peso de la arena s.s.s +Peso del balón+ peso de agua.	g	952.2	953.0	952.6
2	Peso de la arena s.s.s. + peso del balón	g	637.5	637.5	637.5
3	Peso del agua (w = 1-2)	g	314.7	315.5	315.1
4	Peso de la arena seca al horno+ peso del balón	g/cc	634.5	665.5	650.0
5	Peso del balón N°3	g/cc	137.5	137.5	137.5
6	Peso de la arena seca al horno ( A= 4-5)	g/cc	497.0	496.5	496.8
7	Volumen del balón (V= 500)	cc	497.9	497.9	497.9
<b>RESULTADOS</b>					
Gravedad específica de la masa ( P.E.M.= A/(V-W))		g/cc	2.71	2.72	2.72
Gravedad específica de la masa s.s.s (P.E.M.S.S.S = 500/(v-W))		g/cc	2.73	2.74	2.73
Gravedad específica aparente (P.E.A.= A/(V-w)-(500-A))		g/cc	2.76	2.77	2.77
Porcentaje de absorción (%) ((500-A)/A *100)		%	0.6	0.7	0.7

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

### Agregado Grueso:

#### A. Análisis granulométrico

Este ensayo se realizó en concordancia con la norma ASTM C 33

Los resultados obtenidos fueron:

Peso inicial húmedo (g) = 1232.3                      %W = 0.1

Peso Inicial seco (g) = 12311                              MF = 7.42

Tabla 34. Análisis granulométrico agregado grueso

MALLAS	ORIFICIO (MM)	RETENCION		% AUMENDATO		NORMAS ASTM C 33
		(g)	(%)	No pasa	Pasa	
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	590.7	48.0	48.0	52.0	90-100
1/2"	12.50	489.2	39.7	87.7	12.3	----
3/8"	9.53	84.2	6.8	94.5	5.5	20-55
Nº 4	4.78	61.0	5.0	99.5	0.5	0 -10
Nº8	2.38	5.2	0.4	99.90	0.1	0-5
Nº16	1.18	0.0	0.0	99.90	0.1	--
fondo		1.8	0.1	100.0	.0.0	--

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

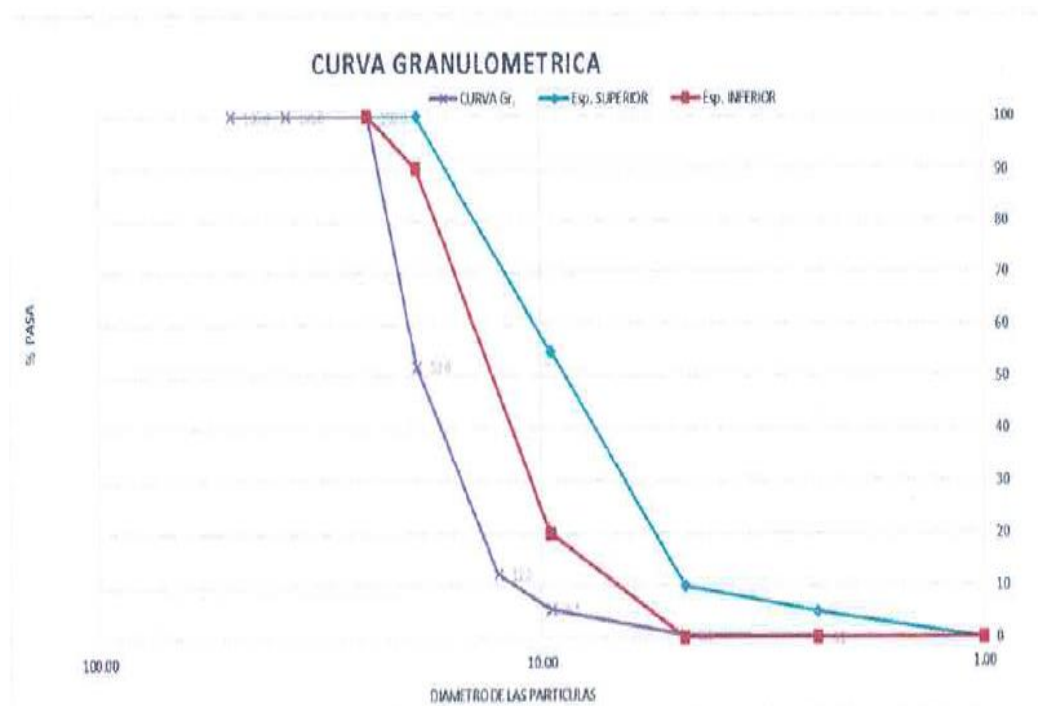


Gráfico 6: curva granulométrica del agregado grueso

## B. Peso unitario:

De acuerdo al análisis realizado por el laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 35. Peso unitario agregado grueso

MUESTRA N°			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + molde	g	19233	19175	19191
2	Peso del molde	g	5096	5096	5096
3	Peso de la muestra (1-2)	g	14137	14079	14095
4	Volumen del molde	cc	9530	9530	9530
5	Peso unitario suelto de la muestra (3/4)	g/cc	1.483	1.477	1.479
Promedio peso unitario suelto		g/cc	1.480		

MUESTRA N°			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la muestra + molde	g	20261	20279	20267
2	Peso del molde	g	5096	5096	5096
3	Peso de la muestra (1-2)	g	15185	15183	15171
4	Volumen del molde	cc	9530	9530	9530
5	Peso unitario suelto de la muestra (3/4)	g/cc	1.593	1.593	1.592
Promedio peso unitario compactado		g/cc	1.593		

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

## C. GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS

Los resultados se muestran en la tabla 36

Tabla 36. Gravedad específica de la piedra triturada

MUESTRA N°			M-1	M-2	promedio
1	Peso de la muestra sumergida canastilla A	g	1159.0	1272.6	1215.8
2	Peso muestra sat, sup. .seca B	g	1858.0	2035.0	1946.5
3	Peso muestra seca C	g	1843.0	2021.0	1932.0
4	Peso específico sat. Sup.seca = B/B-A	g/cc	2.66	2.67	2.66



5	Peso específico de masa = $C/B - A$	g/cc	2.64	2.65	2.64
6	Peso específico aparente = $C/C-A$	g/cc	2.69	2.70	2.70
7	Absorción de agua = $((B-C)/C)*100$	%	0.8	0.7	0.8

Fuente: certificado proporcionado por JJGEOTECNIA S.A.C.

### 4.3 Estudio de la ceniza de aserrín de madera:

La ceniza de aserrín de madera que se utilizara es la obtenida de la fábrica de ladrillos Cuadros, la ceniza obtenida es de la quema del aserrín de madera utilizado para la quema del ladrillo.

El aserrín de madera es carbonizado de 700°C a 900°C para la cocción de ladrillo de arcilla y produce unas cenizas con alto contenido de sílice, alúmina y fierro, lo que le da una característica de puzolana.



Figura 14: Ceniza de Aserrín de madera

#### 4.3.1 Composición química de la escoria de aserrín de madera

El análisis se realizó en el laboratorio de la empresa Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. SLAB.

Tabla 37. Estructura química de la escoria de aserrín de madera

Si O <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
71.90	5.51	2.24	6.55	4.91	2.24	3.18	2.17	0.00	3.54

Fuente: certificado proporcionado por el laboratorio SLAB.

La norma ASTM C 618 recomienda lo siguiente:

Los compuestos (Si O<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) deben dar como mínimo 70%.

Del resultado obtenido en el laboratorio se tiene:

$71.90\% + 6.55\% + 4.91\% = 83.36\%$ , este porcentaje es mayor a la recomendación hecha por ASTM C 618, por lo cual si cumple.

De la misma forma el contenido de SO<sub>3</sub> fue de 0.00% lo que cumple con la norma, debido a que la norma establece como máximo permitido 3%.

Por los resultados obtenidos se puede indicar el material de la escoria de aserrín, está dentro del rango establecido por la norma ASTM 618.

En la dosificación del hormigón, los porcentajes de estas cenizas fueron del 10%, 15% y 20%, como sustituto parcial del cemento y el aditivo súper plastificante **Z Fluidizante SR-TR931**, en 0.8%, 1.4 y 1.8% respectivamente.

#### 4.4 Diseño de mezcla patrón

Las proporciones de los materiales para el concreto patrón se ha realizado considerando las recomendaciones proporcionados por el ACI, la óptima cantidad de los materiales se realiza buscando que esta combinación sea la más conveniente y económica, que cumpla con las propiedades mecánicas y de viscosidad requeridos.

La relación agua cemento (a/c) es de 0.50 con un asentamiento de 6"-7" pulgadas, según el ACI211.

#### 4.4.1 Resistencia del concreto

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2.$$

#### 4.4.2 Dosificación del diseño de mezcla patrón según el ACI 211:

Clase de concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	210
Slump (pulg)	6"

#### Materiales utilizados y procedencia

Agregado fino	Cantera el Trapiche
Agregado grueso	Cantera trapiche
Cemento	Sol Tipo I
Agua	Potable

#### Parámetros Físicos

Descripción	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
T.M.N.	1/ 2"	-	
Módulo de fineza	7.51	2.72	
PU suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1480	1520	
PU compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1593	1897	
Gravedad específica	2.64	2.72	3.12
Contenido de humedad (%)	0.1%	0.8%	
Absorción (%)	0.8%	0.7%	

**1. Determinación de la resistencia promedio**

$$f'_{cr} = f'_c + 84$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

**2. Elección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.**

¾" tamaño máximo

½" tamaño máximo nominal

**3. Asentamiento: 6" a 7"**

**4. Volumen unitario de agua:** según el ACI la cantidad de agua recomendada para un slump de 6" a 7" es de 228 lt /m<sup>3</sup>.

**5. Contenido de aire atrapado:** para el agregado grueso de ½" de tamaño máximo nominal le corresponde un 2.5%.

**6. Relación agua cemento:** para la presente investigación se ha optado por la relaciona agua (a/c) de 0.5.

**7. Factor cemento:**

$$228/0.5 = 456 \text{ kg/m}^3 = 10.73 \text{ bolsa.}$$

**8. Contenido de agregado fino:**

Para un módulo de finura de 2.72 se tiene:

$$1520 * 0.628 = 954.56 \text{ kg/m}^3$$

**9. Cálculo de volúmenes absolutos**

$$\text{Cemento } (456/3.12/1000) = 0.146 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua de diseño } 228/1/1000 = 0.228 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire } 2.5\% = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena } 954.56/2.72/1000 = \underline{0.351 \text{ m}^3}$$

$$\text{Total, volumen} = \mathbf{0.750 \text{ m}^3}$$

**10. Contenido de volumen agregado grueso**

$$\text{Agregado grueso} = 1 - 0.750 = 0.250 \text{ m}^3$$

**11. VALORES DE DISEÑO**

$$\text{Cemento} \quad 456 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño} \quad 228 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} \quad 954.56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 661 \text{ kg/m}^3$$

## 12. Corrección por humedad del agregado

### Peso húmedo del:

Agregado fino  $954.56 * 1.008 = 962.196 \text{ kg/m}^3$

Agregado grueso  $661 * 1.001 = 661,66 \text{ kg/m}^3$

## 13. Humedad superficial del agregado

Agregado fino  $0.8 - 0.7 = 0.1\%$

Agregado grueso  $0.1 - 0.8 = -0.7\%$

## 14. Aporte de la humedad

Agregado fino  $962.196 * 1.001 = 0.963$

Agregado grueso  $661.66 * -0.007 = \underline{-4.632}$

**Total aportes = -3.669**

**Agua efectiva**  $228 - (-3.669) = 231.669$   
lt/m<sup>3</sup>

### Peso de materiales corregidos

Cemento  $456 \text{ kg/m}^3$

Agua de diseño  $231.669 \text{ lt/m}^3$

Agregado fino  $962.196 \text{ kg/m}^3$

Agregado grueso  $661.66 \text{ kg/m}^3$

### Pesos por muestra de ensayo (0.017 m<sup>3</sup>)

Cemento  $456 * 0.017 = 7.752 \text{ kg/muestra}$

Agua de diseño  $231.669 * 0.017 = 3.938 \text{ lt/muestra}$

Agregado fino  $962.196 * 0.017 = 16.357 \text{ kg/muestra}$

Agregado grueso  $661.66 * 0.017 = 11.248 \text{ kg/muestra}$

#### **4.5 Diseño con incorporación de ceniza de aserrín de madera y aditivo Z fluidizante SR- TR -931.**

##### **4.5.1 Muestra -1 (0.8% aditivo + 10% ceniza de aserrín de madera)**

###### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	208.494 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	3.283 kg/m <sup>3</sup>

##### **4.5.2 Muestra -2 (1.4% aditivo + 10% ceniza de aserrín de madera)**

###### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	5.7456 kg/m <sup>3</sup>

##### **4.5.3 Muestra -3 (1.8% aditivo + 10% ceniza de aserrín de madera)**

###### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	185.328 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	7.387 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.4 Muestra -4 (0.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	220.077 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	3.101 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.5 Muestra -5 (1.4% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	208.494 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	5.426 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.6 Muestra -6 (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.7 Muestra -7 (0.8% aditivo + 20% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	220.077 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	3.101 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.8 Muestra -8 (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	208.494 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>

#### **4.5.9 Muestra -9 (1.8% aditivo + 20% ceniza de aserrín de madera)**

##### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>



#### 4.6 Ensayos para medir la viscosidad

Para medir las propiedades en estado fresco del concreto auto compactado se ha realizado diferentes ensayos con las dosificaciones propuestas en el diseño de muestra es decir la fluidez, estabilidad y capacidad de paso requeridos, según las normas técnicas ACI237R,2007 EGSC, 2005 y EFNARC,2002 (ver tabla 38).

Tabla 38 Parámetros de los ensayos según (ACI237R, EGSCC,2005 y EFNARC, 2002.

Ensayo	Fluidez de asentamiento		Caja L			Embudo V
	T50(s)	Dmax.(mm)	T20(s)	T40(s)	H2/H1	T(s)
EFNARC, 2002	3-7	650-800			$\geq 0.80$	$\leq 12$
EGSCC,2005		$550 < D_f < 650$			$\geq 0.75$	$\leq 8$
	$\leq 2$	$660 < D_f < 750$				$9 \leq T_v \leq 25$
	$\geq 2$	$760 < D_f < 850$				
ACI237R,2007	2-8	450-760			0.80-1.0	

El resumen los resultados del CAC en estado fresco para las muestras según las dosificaciones del diseño de muestra se indica en la tabla 39.

Tabla 39: Resumen de los resultados del CAC en estado fresco

Ensayo	Dosificación									
	Unidad	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9
Flujo de asentamiento	D (mm)	600	640	570	580	640	668	550	553	500
Fluidez de asentamiento	T50	5.66	8.52	11.2	10.63	7.54	7.15	10.66	12.96	18.91
Tv (s)	s	16.69	12.72	18.81	20.16	10.35	10.17	21.77	20.10	34.00

Caja L	H2/H1	0.44	0.55	No fluye	No fluye	0.78	0.80	No fluye	No fluye	No fluye
	T20(s)									
	T49(s)									

Fuente: elaboración propia

#### 4.6.1 Ensayo de fluidez de asentamiento

En la figura 14 se presenta la grafica del flujo de asentamiento en base a los ensayos de fluidez donde se puede observar que el diametro maximo alcanzado es de 668 mm, para la muestra M-6 (1.8% de aditivo+15% de ceniza de aserrín de madera). Y según se va aumentando el porcentaje de la ceniza de aserrin el diametro de fluidez disminuye.

Respecto al tiempo T50, solo las muestras M-1, M-5 y M-6, estan dentro de los parametros recomendados, mientras que para los demas sobrepasan estos rangos, pero a pesar de ello muestran buenas propiedades de compatibilidad.

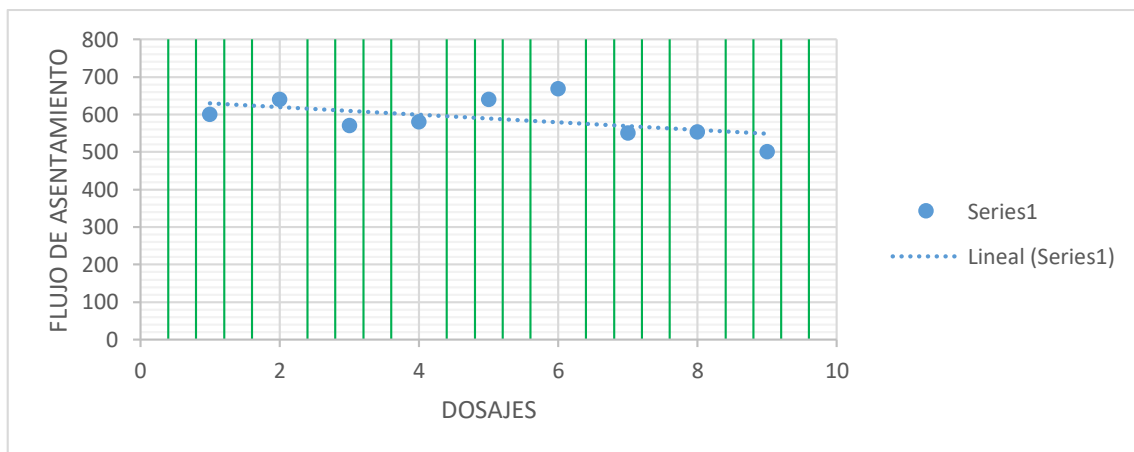


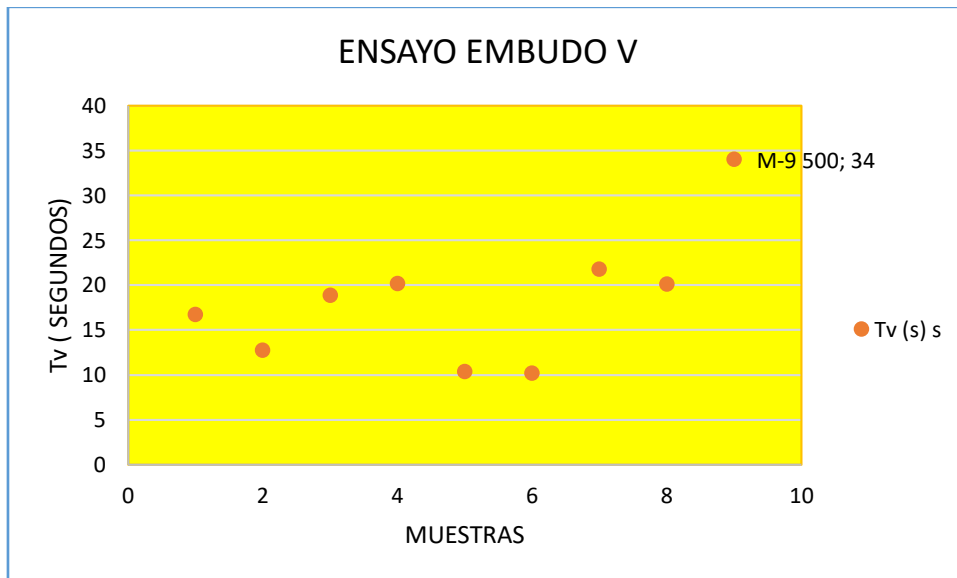
Gráfico 7. Influencia del aditivo Z fluidizante SR-TR931 y las cenizas de aserrín en la fluidez de asentamiento.

#### 4.6.2. Ensayo embudo V

En la figura 17 se muestra la representacion grafica del parametro Tv del embudo V, en ello se puede observar que a medida que aumenta la ceniza de aserrín el tiempo de flujo aumenta, mientras que en las muestras M-5 y M-6 los

tiempos se encuentran dentro de los parametros recomendados por las normas tecnicas (4 a 20 seg).

Grafico 8. influencia del aditivo Z Fluidizante Sr-RT931 y la ceniza de aserrín en el ensayo del embudo V.



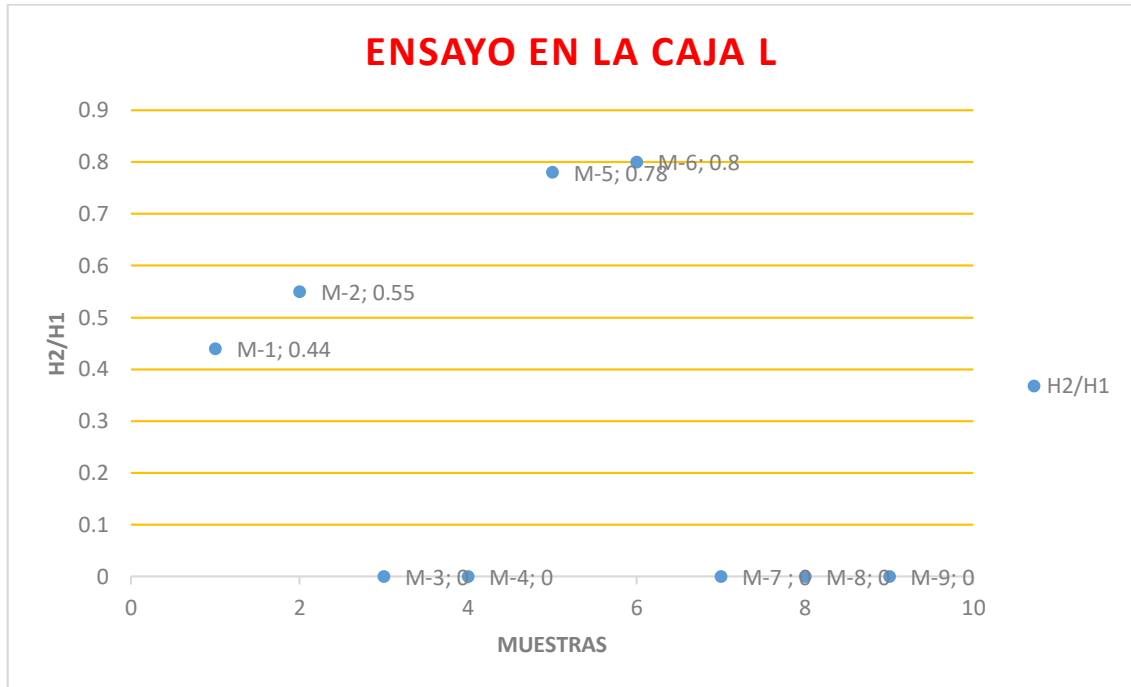
#### 4.6.3 Ensayo en la Caja L

En este ensayo evaluamos la capacidad de paso de las mezclas por las barras de acero, para la presente utilizamos tres barras de 12 mm de diametro para concreto con diametro maximo de 1/2" de piedra.

En la figura 16 se muestra la relacion  $h_2/h_1$  donde se observa que a mayor porcentaje de ceniza la tendencia es la disminucion de la capacidad de paso, solo en el caso de la muestra M-5 y M-6 los valores se encuentran dentro del rango admisible. En el caso de la muestra M-3, M-4, M-7, M-8 y M-9 no llegan a fluir, esto puede ser debido a que la cantidad de finos afecta la porosidad del hormigon y el area superficial total, afectando su fluidez, cohesión y retención del agua lo que puede producir segregación y exudación del hormigon. Asimismo, las cenizas de aserrin al ser muy finas y livianas son facilmente absorbidas por la superficie de los aridos y con relacion  $w*c$  baja se forman estructuras floculadas debido al poco tiempo de mezclado o tambien podria

tratarse de la incompatibilidad entre la ceniza de aserrín y el aditivo Z Fluidizante SR-RT931.

Grafico 9. ensayo en la caja L.



#### 4.7 Ensayos en estado endurecido de CAC

##### 4.7.1 Resistencia a la compresion

Para analizar el aporte de las propiedades mecánicas de un CAC, realizamos la tabla 39 que muestra los resultados del desempeño del concreto con diferentes dosificaciones en la resistencia a la compresión a los 28 días.

Se obtuvieron muestras para mezcla patrón, (M-0, sin incluir aditivos ni cenizas de aserrín) y nueve muestras donde se incluyen el aditivo Z Fluidizante SR- TR931 y la ceniza de aserrín de madera (M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-8 y M-9). De acuerdo al diseño de mezcla realizados. Se obtuvieron tres testigos para cada muestra y para cada edad (7,14 y 28 días), los productos obtenidos se presentan en la tabla 39.

Los resultados obtenidos según la norma NTP339034/ASTM C39 para la muestra patrón se muestran en la figura 20. La resistencia a la compresión a los 28 días es de 329.43 kg/cm<sup>2</sup>.

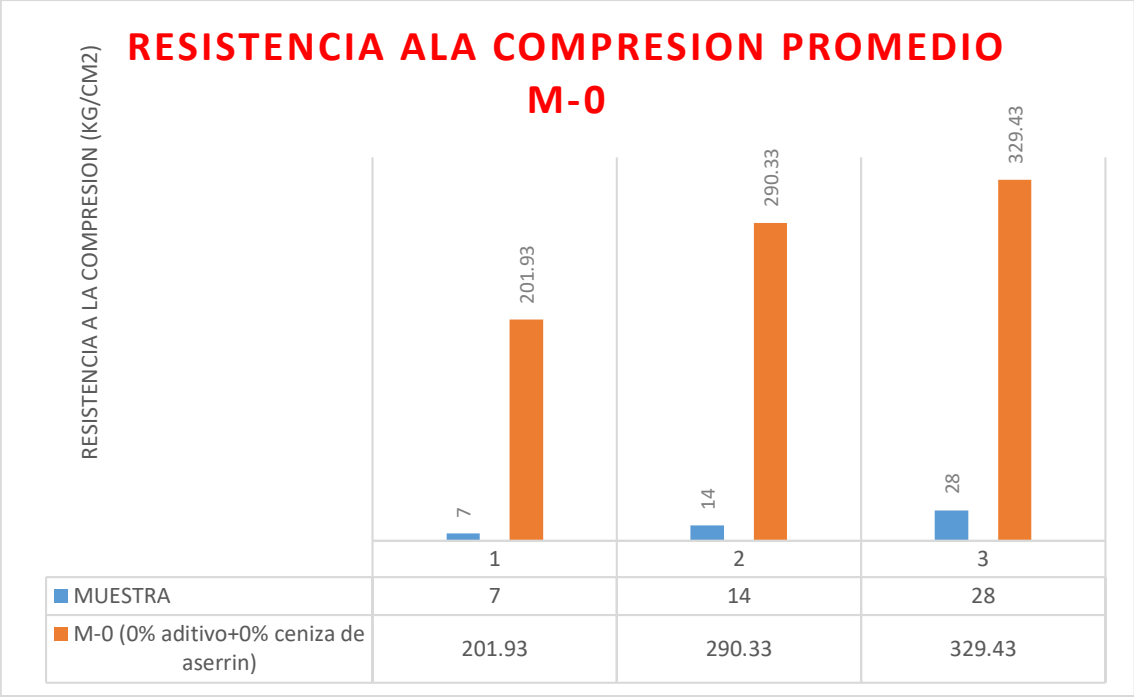


Grafico 10. Resultado de la mezcla M-0

**Concreto M-1 (0.8% aditivo + 10% ceniza de aserrín)**

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-1 es de 367.4 kg/cm<sup>2</sup> lo que es mayor a la resistencia del concreto patrón

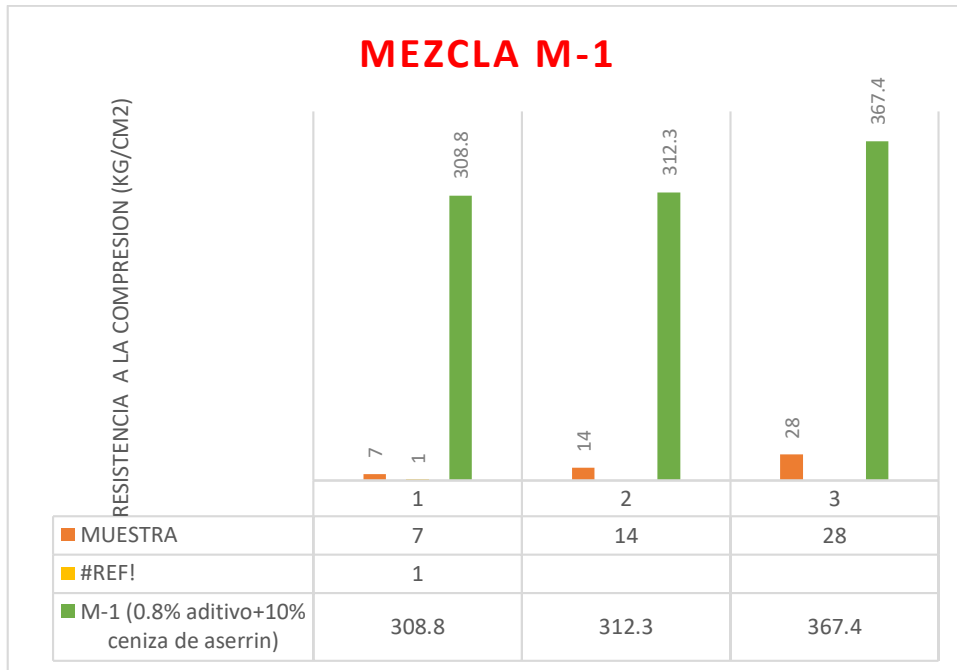


Grafico 11 Resultados de M-1

**Concreto M-2 (1.4% aditivo + 10% ceniza de aserrín)**

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-2 es de 467.87 kg/cm<sup>2</sup> lo que es mayor a la resistencia del concreto patrón

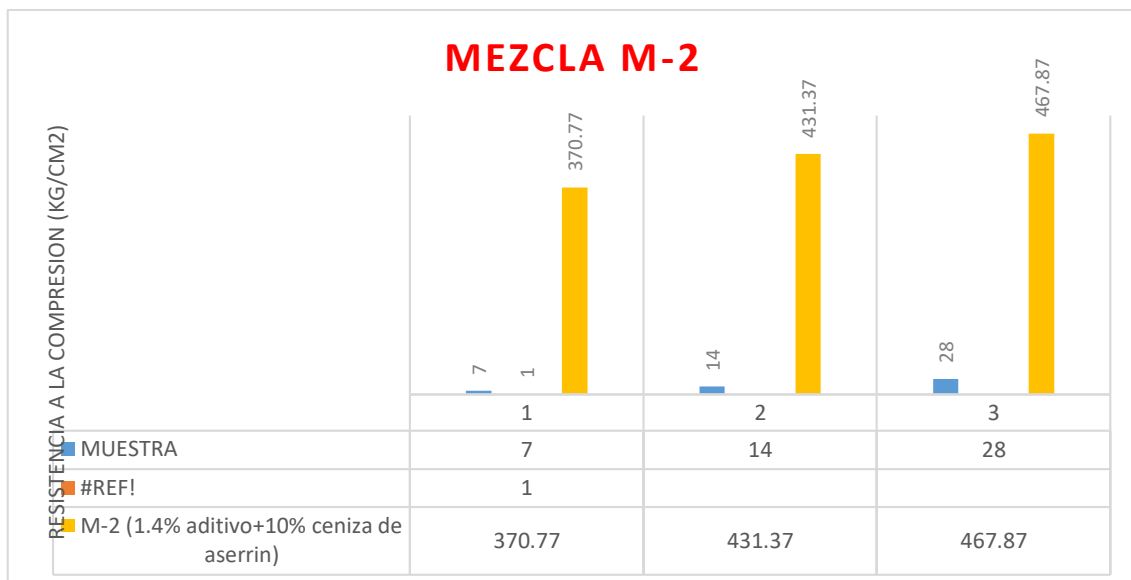


Grafico 12 Resultados M-2

**Concreto M-3 (1.8% aditivo + 10% ceniza de aserrín)**

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-3 es de 351.50 kg/cm<sup>2</sup> lo que es mayor a la resistencia del concreto patrón

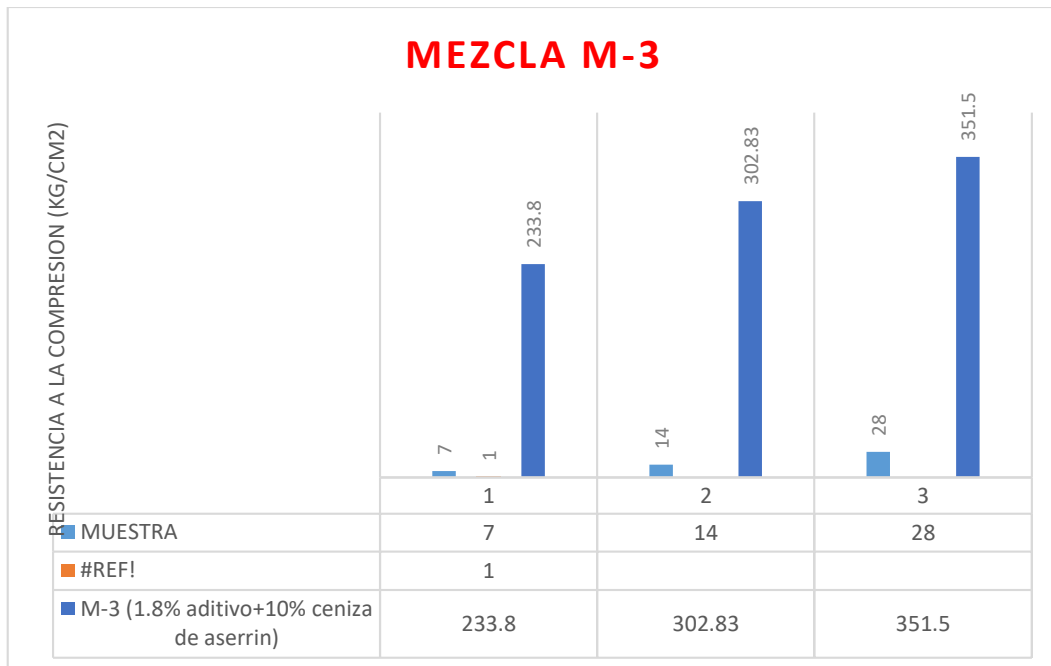


Grafico 13 Resultados de la Mezcla M-3

#### Concreto M-4 (0.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-4 es de 353.23 kg/cm<sup>2</sup> lo que es mayor a la resistencia del concreto patrón

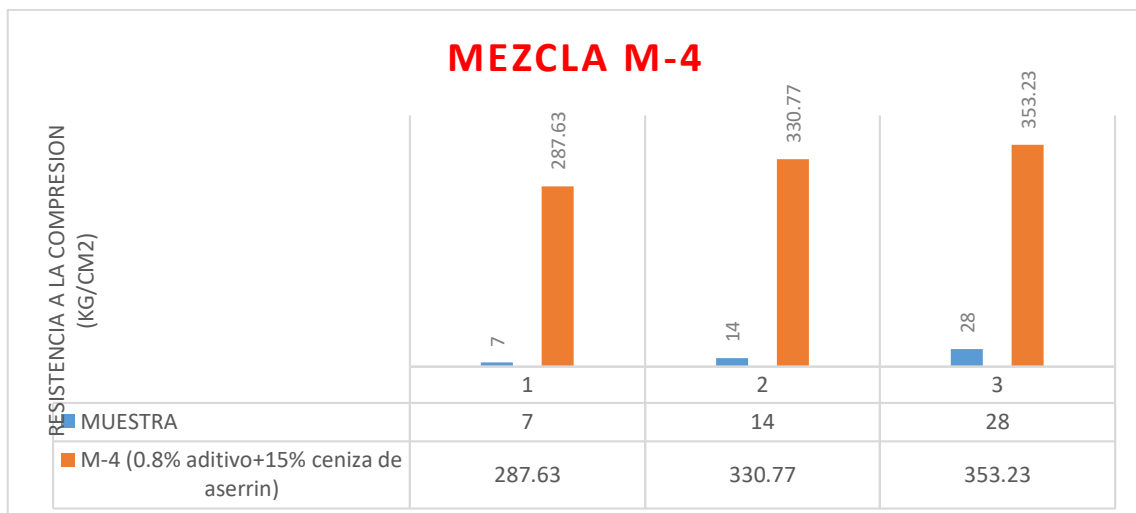


Grafico 14. Resultados de la mezcla M-4

#### Concreto M-5 (1.4% aditivo + 15% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra m-5 es de 284.37 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia resulta ser menor que el concreto patrón lo que implica que con

un aditivo de 1.4% y el 15% de ceniza de aserrín no se logra mejorar la resistencia del concreto auto compactado.

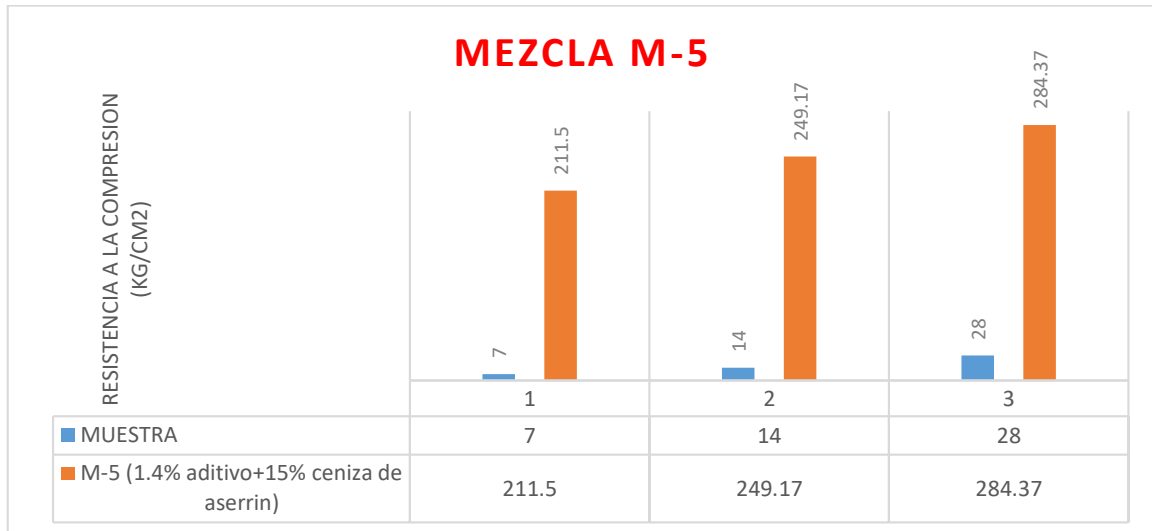


Grafico 15. Resistencia a la compresión mezcla M-5

### Concreto M-6 (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-6 es de 398.87 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia resulta ser mayor que el concreto patrón lo que implica que con un aditivo de 1.8% y el 15% de ceniza de aserrín se logra mejorar la resistencia del concreto auto compactado en 21% por mayor a la muestra M-0.

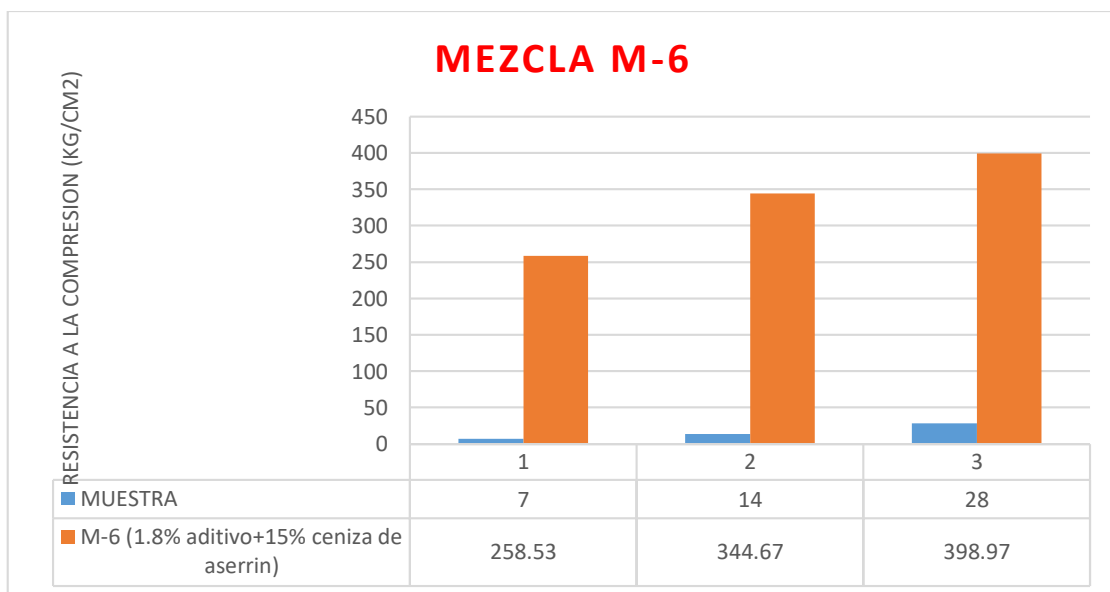


Grafico 16. Resultados de la muestra M-6



### Concreto M-7 (0.8% aditivo +20% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-7 es de 384.43 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia resulta ser mayor que el concreto patrón lo que implica que con un aditivo de 0.8% y el 20% de ceniza de aserrín se logra mejorar la resistencia del concreto auto compactado en 16.70% por encima del concreto patrón.

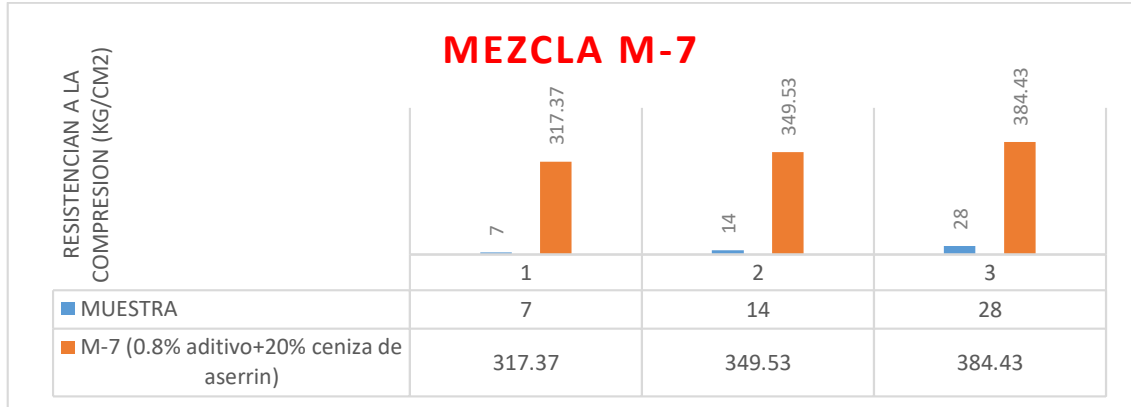


Grafico 17. Resultados de la muestra M-7

### Concreto M-8 (1.4% aditivo +20% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-8 es de 336.63 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia resulta ser mayor que el concreto patrón lo que implica que con un aditivo de 1.4% y el 20% de ceniza de aserrín se logra mejorar la resistencia del concreto auto compactado en 2.18% por encima del concreto patrón.

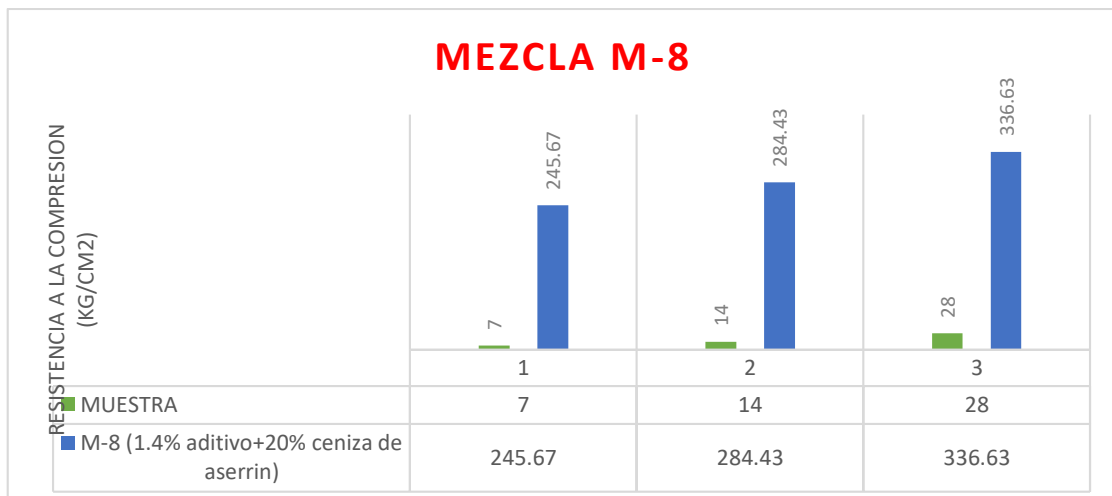


Grafico 18. Resultado de la mezcla M-8

### Concreto M-9 (1.8% aditivo +20% ceniza de aserrín)

La resistencia promedio a los 28 días para la muestra M-9 es de 371.90 kg/cm<sup>2</sup> esta resistencia resulta ser mayor que el concreto patrón lo que implica que con un aditivo de 1.8% y el 20% de ceniza de aserrín se logra mejorar la resistencia del concreto auto compactado en 12.89% por encima de la mezcla M-0.

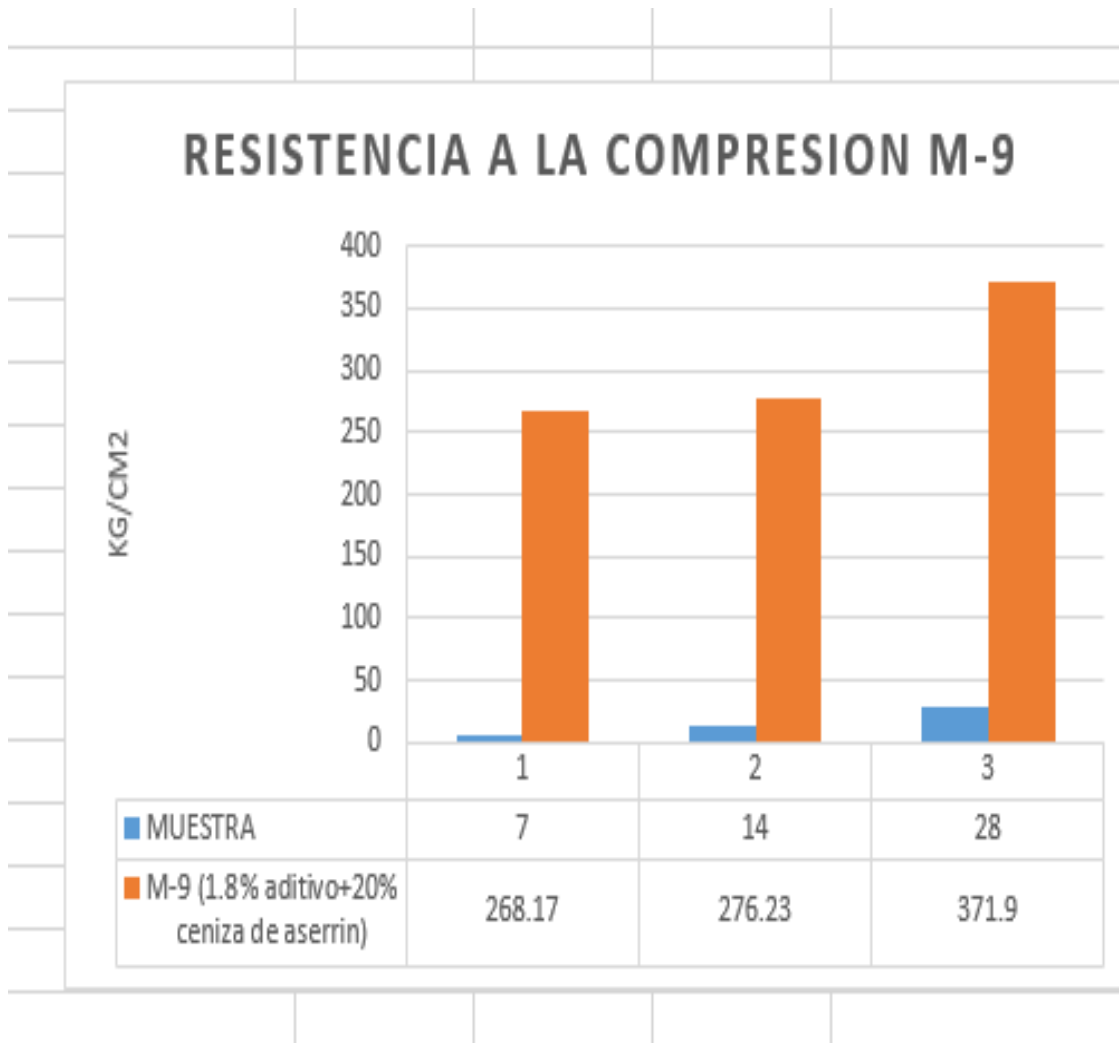


Grafico 19. Resultados de la mezcla M-9

Tabla 40. Resultados de las dosificaciones de las muestras ensayadas

ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO				
IDENTIFICACION	MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		EDAD		
		7	14	28
M-0 (0% aditivo+0% ceniza de aserrín)	M-0-1	211.7	293.1	325.9
	M-0-2	202.6	291.1	338.1
	M-0-3	191.5	286.8	324.3
Promedio		<b>201.93</b>	<b>290.33</b>	<b>329.43</b>
M-1 (0.8% aditivo+10% ceniza de aserrín)	M-1-1	321.3	292.6	358.1
	M-1-2	301.9	303.9	361.2
	M-1-3	303.2	340.4	382.9
Promedio		<b>308.80</b>	<b>312.3</b>	<b>367.4</b>
M-2 (1.4% aditivo+10% ceniza de aserrín)	M-2-1	377.9	486.8	498.3
	M-2-2	378.2	405.9	460.1
	M-2-3	356.2	401.4	445.2
Promedio		<b>370.77</b>	<b>431.37</b>	<b>467.87</b>
M-3 (1.8% aditivo+10% ceniza de aserrín)	M-3-1	236.1	299.7	349.5
	M-3-2	237.8	301.4	351
	M-3-3	227.5	307.4	354
Promedio		<b>233.8</b>	<b>302.83</b>	<b>351.5</b>
M-4 (0.8% aditivo+15% ceniza de aserrín)	M-4-1	288.3	269.7	286.8
	M-4-2	257.3	321.6	353.4
	M-4-3	317.3	401	419.5
Promedio		<b>287.63</b>	<b>330.77</b>	<b>353.23</b>
M-5 (1.4% aditivo+15% ceniza de aserrín)	M-5-1	201.7	225.3	280.8
	M-5-2	210.1	257.1	286.8
	M-5-3	222.7	265.1	285.5
Promedio		<b>211.5</b>	<b>249.17</b>	<b>284.37</b>
M-6 (1.8% aditivo+15% ceniza de aserrín)	M-6-1	261.9	381.8	396
	M-6-2	248.8	329.9	400.9
	M-6-3	264.9	322.3	400
Promedio		<b>258.53</b>	<b>344.67</b>	<b>398.97</b>
M-7 (0.8% aditivo+20% ceniza de aserrín)	M-7-1	342.5	366.1	400.8
	M-7-2	283.2	332.3	371.1
	M-7-3	326.4	350.2	381.4
Promedio		<b>317.37</b>	<b>349.53</b>	<b>384.43</b>
M-8 (1.4% aditivo+20% ceniza de aserrín)	M-8-1	220.2	250.6	282.6
	M-8-2	263.1	305.3	364.3
	M-8-3	253.7	297.4	363
Promedio		<b>245.67</b>	<b>284.43</b>	<b>336.63</b>
M-9 (1.8% aditivo+20% ceniza de aserrín)	M-9-1	245.6	308.5	372.8
	M-9-2	272.2	208.2	373.2
	M-9-3	286.7	312	369.69
Promedio		<b>268.17</b>	<b>276.23</b>	<b>371..90</b>

En la tabla 41 se muestra el resumen de los resultados obtenidos a los 28 días.

Tabla 41. Resumen de los ensayos a los 28 días

MUESTRA	M-0	M-1	M2	M3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9
RESISTENCIA A LA COMPRESION	329.43	367.43	467.87	351.5	353.23	284.37	398.87	384.43	336.63	371.9
% VARIACION		112%	142%	107%	107%	86%	121%	117%	102%	113%

#### 4.8. Resistencia a la flexión

Para medir la resistencia a la flexión se obtuvieron muestras para vigas de 50x15x15, según la norma (ASTM C78), de acuerdo a este ensayo la carga aplicada en los tercios del claro de la muestra está sujeto al esfuerzo máximo de flexión y al esfuerzo máximo de tensión, para que la falla ocurra dentro de este tramo central.

En la tabla 42 se presenta los resultados obtenidos de los ensayos de flexión del hormigón endurecido.

Tabla 42. Resultados obtenidos según ensayo ASTM C 78

IDENTIFICACION	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )		
	EDAD (DIAS)		
	7	14	28
M-0	37	40.5	42
M-1	38	42	44
M-2	39	43.5	45
M-3	40	44.5	46
M-4	39.5	43	45
M-5	41	43.5	46
M-6	43	45.5	49
M-7	36.5	38	41
M-8	40	43	45
M-9	40.5	44.5	47

Fuente: elaboración propia

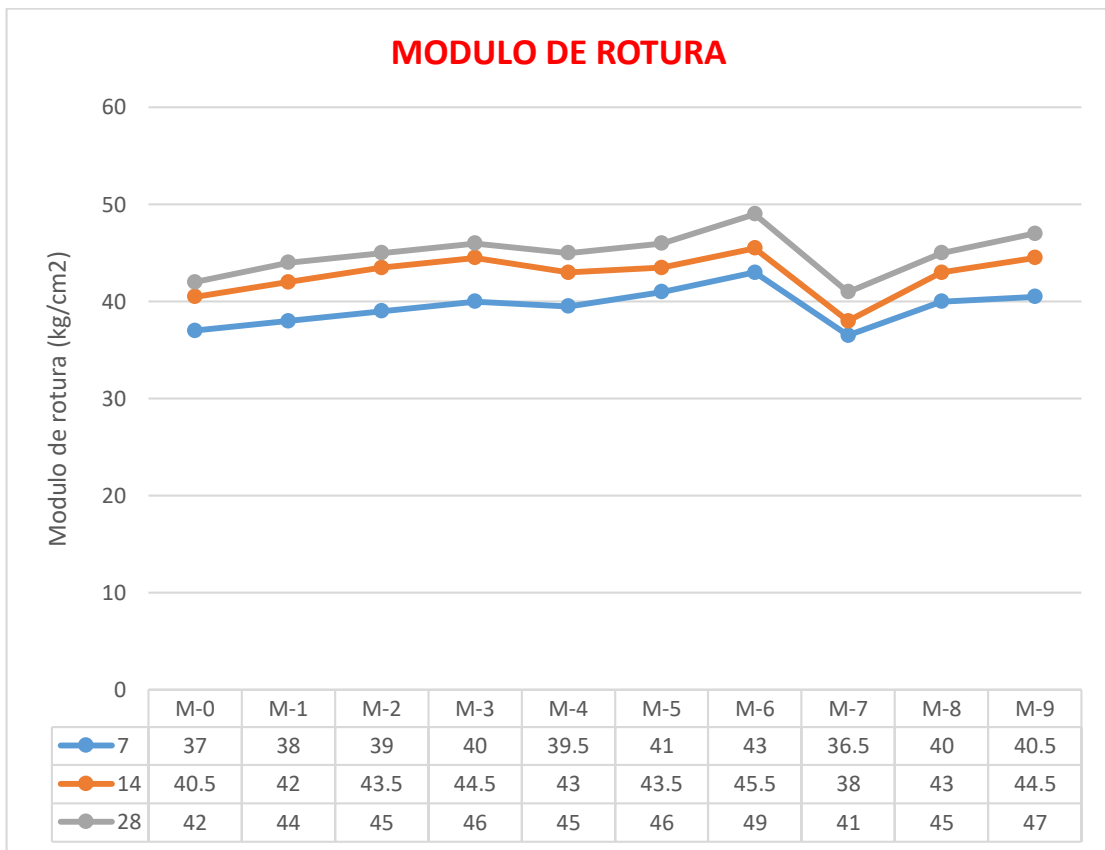


Grafico 20 módulo de rotura a los 7, 14, y 28 días

En ello se puede observar que el mayor módulo de ruptura promedio a los 28 días se produce en la dosificación M-6 con 49 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la menor fue de 36.5 kg/cm<sup>2</sup> para la mezcla M-7. Comparado con el módulo de ruptura de la mezcla M-0, que fue de 42 kg/cm<sup>2</sup>, que existe una mejora de la resistencia a la flexión del CAC. a excepción de la Mezcla M-7 donde el módulo de ruptura es menor al de la mezcla M-0.

#### 4.9 Prueba de hipótesis

El estudio del concreto auto compactado con adiciones de la ceniza de aserrín de madera y el aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR- TR931, mejorará la productividad en el vaciado y la estabilización del hormigón, mejorando la propiedad mecánica.

Tabla 43. Resultados según ensayos realizados

<b>Resultados de los ensayos según normas NTP 339.034 Y ASTM C39</b>			
Edad (días)	Dosaje	Hormigón base	Concreto auto compactado
		Sin aditivo	M.6 (1.8% aditivo+15% ceniza de aserrín de madera)
28	1	325.90	396.0
28	2	338.10	400.9
28	3	324.30	400.00

Fuente: elaboración propio

#### Formulación de la hipótesis

$$H_0 : \mu_{cp} - \mu_{CA} = 0$$

$H_0$  es la hipótesis nula que, establece que la resistencia a la compresión de la Mezcla M-0 es igual a la resistencia del concreto modificado.

$H_a$  representa la hipótesis alterna, establece que los resultados obtenidos respecto a las resistencias al aplastamiento del hormigón modificado, son superiores respecto a la muestra base.

$\mu_{cp}$ :  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  del concreto base.

$\mu_{CA}$   $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  del concreto auto compactado

#### Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

#### Estadístico de prueba

$$T = \frac{(X_{cp} - X_{ca})}{\sqrt{\frac{V_{cp}}{n_{cp}} + \frac{V_{ca}}{n_{ca}}}}$$

**Donde:**

$X_{cp}$  = Media de la resistencia de la mezcla M-0

$X_{ca}$  = Media de la resistencia del concreto auto compactado

$\mu_{cp} - \mu_{CA}$  : diferencia hipotética de las medias

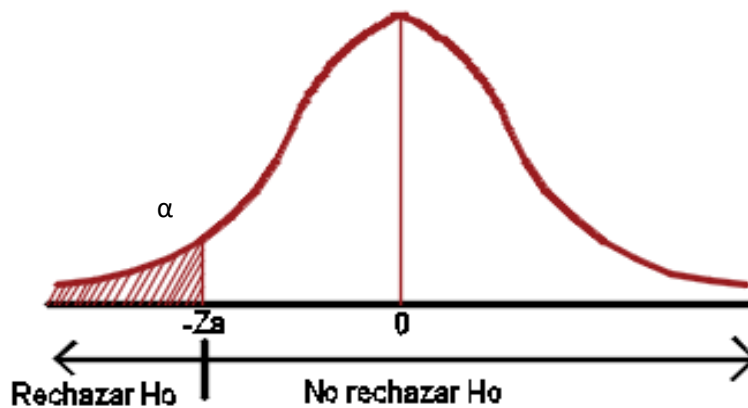
$V_{cp}$  = Varianza mezcla M-0

$V_{ca}$ : Varianza del hormigón auto compactado

$N_{cp}$  = número de observaciones del concreto patrón

$N_{ca}$  = número de observaciones del concreto auto compactado

**Región crítica**



El valor crítico de T:  $t(1-\alpha, r)$

$\alpha = 0.05$                        $X_{ca} = 398.97$

$N_{cp} = 3$                                $V_{cp} = 37.95$

$N_{ca} = 3$                                $V_{ca} = 4.47$

$X_{cp} = 329.43$

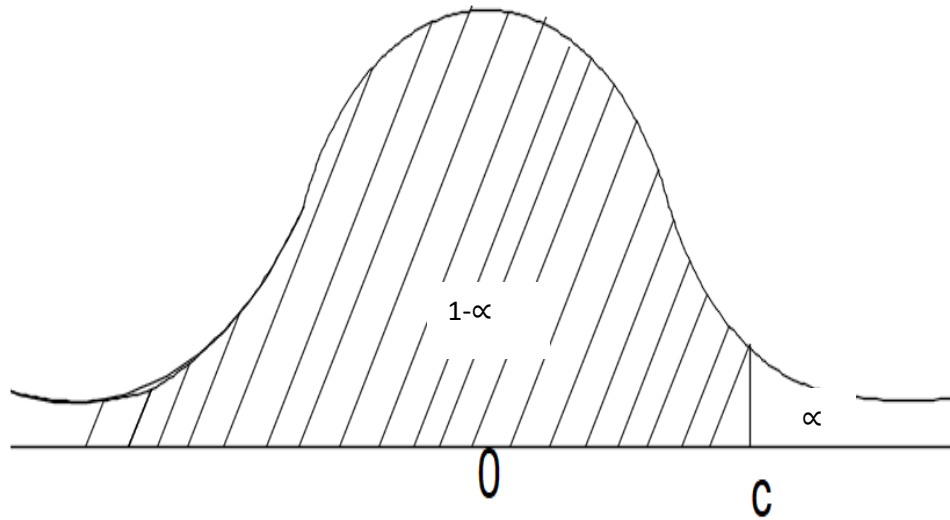
$$r = \frac{\left(\frac{V_{cp}}{N_{cp}} + \frac{V_{ca}}{N_{ca}}\right)^2}{\frac{\left(\frac{V_{cp}}{N_{cp}}\right)^2}{N_{cp}-1} + \frac{\left(\frac{V_{ca}}{N_{ca}}\right)^2}{N_{ca}+1}}$$

$$r = \frac{\left(\frac{37.95}{3} + \frac{4.47}{3}\right)^2}{\frac{\left(\frac{37.95}{3}\right)^2}{3-1} + \frac{\left(\frac{4.47}{3}\right)^2}{3+1}} = 199.94/(80.01+0.555) = 2.48$$

$$t(1-\alpha, r) = t(0.95, 2.48) = 2.353$$

r	1- $\alpha$							
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.00	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032





### Valor estadístico

$$T_c = \frac{(X_{cp} - X_{ca})}{\sqrt{\frac{V_{cp}}{n_{cp}} - \frac{V_{ca}}{n_{ca}}}} = \frac{(329.43 - 398.97)}{\sqrt{\frac{37.95}{3} - \frac{4.47}{3}}} = -69.54/3.34 = -20.82$$

### Decisión

$T_c = -20.82 \notin \alpha$  se encuentra a la izquierda del nivel de confianza al 95%. Al encontrarse en la zona crítica, la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alterna se acepta.

Finalmente se establece que al 95% de confianza la resistencia del hormigón modificado es superior a la muestra base.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Propiedades mecánicas y físicas de los insumos

#### 5.1.1. Ceniza de aserrín de madera

La norma ASTM C618 establece que para ser considerado material puzolánico la ceniza de aserrín de madera debe cumplir con la siguiente condición:

La sumatoria de las composiciones ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) debe ser mayor a 70%.

De los resultados del ensayo de laboratorio se obtuvo los siguientes resultados.

$\text{SiO}_2$	CaO	MgO	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	MgO	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5$
71.90	5.51	2.24	6.55	4.91	2.24	3.18	2.17	0.00	3.54

Fuente: certificado proporcionado por el laboratorio SLAB.

Como se puede observar se tiene los siguientes resultados:

$\text{SiO}_2 = 71.90\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 6.55\%$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4.91\%$

La sumatoria de estos compuestos es 83.36%, este porcentaje es mayor a lo requerido por la norma, por lo cual si cumple. De la misma forma el contenido de  $\text{SO}_3$  fue de 0.00% lo que cumple con la norma, debido a que la norma establece como máximo permitido 3%.

Por tanto, se puede indicar que este material cumple con los requisitos requeridos por el ASTM C 618.

#### 5.1.2 Agregados

La norma ASTM C33 sugiere parámetros superiores e inferiores para ser considerados como material óptimo a ser utilizados en la fabricación

de los concretos. La curva granulométrica nos indica que la distribución de los tamaños nos permite obtener una mezcla estable y trabajable.

Con respecto al agregado grueso, los resultados obtenidos muestran que el tamaño nominal es de 3/4", y 1/2", al respecto la norma UNE-EN 12620, recomienda que el tamaño del agregado grueso debe tener un tamaño nominal menor a 20mm (3/4"), sin embargo, para obtener un concreto que tenga mayor fluidez se optó por uno de 12mm (1/2").

La gravedad específica de la arena fue de 2.77 y para el agredo grueso de 2.70, este resultado es satisfactorio pues se logra una suspensión homogénea de las partículas lo cual contribuye a la mejora de la fluidez de la mezcla y mejora la segregación.

La gravedad específica de los agregados naturales esta entre los 2.4 y 2.8, los resultados obtenidos en el laboratorio se encuentran dentro de estos parámetros, por lo tanto, pueden garantizar la obtención de una mezcla confiable.

En cuanto a la absorción estos se encuentran en el intervalo de 0.20% y 3.5% para el agregado grueso y fino. según los resultados obtenidos experimentalmente son de 0.7% y 0.8%, por tanto, el desempeño mecánico en un concreto auto compactado debe estar garantizado.

Con respecto al peso unitario de los materiales pétreos, estos están entre 1200 kg/m<sup>3</sup> y 1860 Kg/m<sup>3</sup>, en el laboratorio se obtuvo para la piedra un peso unitario suelto y compactado fue de 1480 kg/m<sup>3</sup> y 1593 Kg/m<sup>3</sup> y para la arena 1520 kg/m<sup>3</sup> y 1798 kg/m<sup>3</sup>; estos valores se encuentran en los parámetros recomendado por la norma.

El módulo de finura de la arena debe estar entre 2.3 y 3.1, los resultados obtenidos dan 2.72, el cual está dentro del parámetro requerido.

### **5.1.3 Contenido de finos**

El contenido de finos está determinado por el cemento y la ceniza de aserrín de madera, la calidad del cemento fue establecido por el proveedor mientras que para le ceniza de aserrín de madera la calidad

fue establecida en un ensayo químico realizado por el laboratorio SLAB.

#### **5.1.4 Aditivo súper plastificante**

El tipo de aditivo súper plastificante usado fue Z Fluidizante SR-TR 931 que es un aditivo de última generación constituido básicamente de policarboxilato, el control de calidad fue realizado por el fabricante quien recomienda los porcentajes a ser empleados en la fabricación del CAC.

### **5.2 Diseño de mezcla del concreto base**

El diseño de mezcla se elaboró con la información de la caracterización de los materiales, así mismo se tomó en consideración las recomendaciones realizadas por el ACI 237R,2007, respecto al contenido de los agregados (ver tabla N° 35). Así mismo el ACI 211 recomienda utilizar la cantidad de agua (l/m<sup>3</sup>) según el tamaño del agregado (ver tabla N° 36), con dicha información se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Peso de materiales**

Cemento	456 kg/m <sup>3</sup>
Agua	231.669 lt/m <sup>3</sup>
Arena	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Piedra triturada	661.66 kg/m <sup>3</sup>

#### **5.2.1 Experimentos del hormigón base en estado fresco.**

El experimento para el asentamiento se realizó con el cono de Abram fue de 6.5", lo cual cumple con lo especificado en la norma NTP 339.035

### **5.3 Diseño de mezcla del concreto auto compactado**

Tomando como patrón la Mezcla M-0 se procedió a realizar las dosificaciones incorporando la ceniza de aserrín de madera en un 10%,

15% y 20% y el aditivo súper plastificante con proporciones de 0.8%, 1.4% y 1.8% con respecto al peso del cemento, así mismo se procedió a reducir el agua en una proporción del 5%, 10% y 15% del volumen de agua inicial. Se utilizaron el cono para realizar el experimento, los resultados se presentan en la tabla 38.

Tabla 44: Ensayos de escurrimiento

Ensayo	Dosificación									
	Unidad	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9
Flujo de asentamiento	D (mm)	600	640	570	580	640	668	550	553	500
Fluidez de asentamiento	T50	5.66	8.52	11.2	10.63	7.50	7.15	10.66	12.96	18.91
Tv (s)	s	16.69	12.72	18.81	20.16	10.35	10.17	21.77	20.10	24.00
Caja L	H2/H1	No fluye	No fluye	No fluye	No fluye	0.78	0.80	No fluye	No fluye	No fluye

El parámetro según la norma UNE-EN 1235-8 los valores aceptables para el flujo de asentamiento Df debe estar entre 550mm y 850mm, y el T50 debe estar entre 2 y 8 segundos.

De acuerdo a los resultados obtenidos la mezcla M-6 con dosificación 1.8% de aditivo Z fluidizante SR-TR931 y 15% de ceniza de aserrín de madera, el ensayo de escurrimiento se encuentra entre los rangos permisibles, pudiendo aplicarse en diferentes estructurales.

De la misma forma la norma UNE-EN1235-9 establece el tiempo mínimo y máximo para que el concreto logre vaciarse por completo en el embudo V es de 4 y 20 segundos, de acuerdo a los resultados se tiene para la muestra M-6 un Tv de 10.17 segundos lo cual está dentro del parámetro permisible.

En cuanto al ensayo en la caja L, en la mayor parte de los ensayos se observó que el concreto no fluye salvo, en la mezcla M-5 y M-6, donde se observa una relación de 0.78 y 0.80 respectivamente, el parámetro recomendado esta entre 0.75 y 1, lo cual está dentro del rango recomendado.

Así mismo, Huarquisto y Belizario (2018) utilizaron cenizas tipo F en proporciones del 5%, 10% y 15%, donde establecieron que la cantidad optima de la ceniza como sustituto del cemento fue del 3% al 6%. En nuestro caso el porcentaje optimo fue de 15% de ceniza de aserrín como reemplazo del peso del cemento.

De la misma forma Hernández et al. (2018) en su investigación del concreto auto compactado utilizaron ceniza de aserrín donde demostraron que su incorporación como material cementante produjo menor absorción en concreto y mejora las propiedades mecánicas, aumentando la adherencia de las partículas. Está demostrado que las propiedades mecánicas del concreto modificado es superior al concreto patrón.

Por su parte, Chuwdhury, Michra y Suganya (2015) utilizaron la ceniza de madera como aditivo en porcentajes de 5%, 10%,15%,20% y 30%, los resultados obtenidos fueron de 340 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con la adición del 15% de cenizas. Este resultado es similar a lo que se obtuvo en la presente investigación, es decir que la resistencia aumento respecto al patrón debidos a la actividad puzolanica de la ceniza.

#### **5.4 Comportamiento en estado endurecido del concreto auto compactado**

##### **5.4.1. Resistencia a la compresión a diferentes edades.**

En la tabla 41, se presentan los resultados promedios conseguidos experimentalmente para los diferentes dosajes de prueba en diferentes edades, la mayor resistencia a la compresión se da en la muestra M-2 con 467.87 kg/cm<sup>2</sup>, comparado con el concreto patrón representa un incremento del 42%, la menor resistencia se produce en la M-5 donde la resistencia es de 284.37 kg/cm<sup>2</sup> que es menor a la resistencia del concreto base en 14%.

Tabla 45. Resumen de resultados

MUESTRA	M-0	M-1	M2	M3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9
RESISTENCIA A LA COMPRESION	329.43	367.43	467.87	351.5	353.23	284.37	398.87	384.43	336.63	371.9
% VARIACION		112%	142%	107%	107%	86%	121%	117%	102%	113%

sin embargo, pese a que la resistencia de la Muestra M-2 es mayor a todas las muestras esta no cumple con los parámetros del concreto en estado fresco para ser considerado como un concreto auto compactado. Según los resultados obtenidos la muestra que mejor cumple con los parámetros de autocompactabilidad y mejor resistencia a la compresión es la muestra M-6, por lo que consideramos el diseño óptimo en esta investigación.

### 5.5 Resistencia a la tensión por flexión

De acuerdo a resultados de investigaciones realizadas por diferentes autores, el módulo de ruptura, suele estar en el intervalo entre  $1.99\sqrt{f'c}$  y  $3.18\sqrt{f'c}$  expresado en kg/cm<sup>2</sup>., donde se evidencia cómo influye la respuesta a compresión respecto a la flexión

En base a este criterio se ha elaborado la tabla 42 para poder verificar el cumplimiento de la recomendación hecha por el ACI 363. En donde se puede observar que los módulos de ruptura están entre los rangos recomendados.

Tabla 46 Resultados obtenidos relación f'c/Mr...

MEZCLA	M-0	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9
f'c a los b28 días	329.43	367.43	467.87	351.5	353.23	284.37	398.87	384.43	336.63	371.9
Mr a los 28 días	42	44	45	46	45	46	49	41	45	47
$1.99\sqrt{f'c}$	36.12	38.15	43.04	37.31	37.40	33.56	39.74	39.02	36.51	38.38
$3.18\sqrt{f'c}$	57.72	60.96	68.78	59.62	59.77	53.63	63.51	62.35	58.34	61.33

## 5.6 Costos comparativos

Para realizar los costos comparativos de ambos hormigones se ha tomado como referencia la colocación del concreto patrón y auto compactado con precios al mes de junio 2021., los costos de los insumos para ambos casos es el mismo, donde solo existe la variación en el recurso, para el caso del concreto base se considera el recurso operario para operar el vibrador de concreto para su compactación. En el caso de concreto auto compactado se incluye el costo de los aditivos tales como la ceniza de aserrín de madera y el súper plastificante Z Fluidizante SR-Rt 931.

Existe una diferencia en cuanto a los costos el costo del hormigón base es de S/. 301.55 por metro cúbico, mientras que para el concreto auto compactado es de S/. 266.75. existiendo una diferencia de S/. 34.80 soles. Esta diferencia representa el 11.51%.

Por lo tanto, se puede concluir que el costo de concreto auto compactado es menor al concreto base en 11.51%. esta rebaja se produce por la no utilización del operario y el vibrador de concreto, además la reducción del cemento por la incorporación de la ceniza de aserrín de madera en un 15% en peso respecto al peso del cemento. Al incorporar el aditivo súper plastificante se reduce el agua por las propiedades del aditivo súper plastificante que actúa como reductor de agua.



Tabla 47: Estructura de costo del hormigón base (m3).

Análisis de precios unitarios concreto patrón $f'c = 285 \text{ kg/cm}^2$				
Material	u.m.	cantidad	P.U. (S/.)	Costo (S/.)
Cemento	Bol	10.73	23.50	252.16
Arena	M3	0.351	45.00	15.795
Piedra chancada	M3	0.250	60.00	15.00
Agua	M3	0.232	4.00	0.928
Vibrador 2.5"	Hm	0.6667	5.00	3.33
Operario	hh	0.667	21.50	14.340
Total				301.55

Tabla 48: Estructura de costos del concreto auto compactado (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín) por m3,

Análisis de Precio del concreto auto compactado (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín) por m3				
Material	u.m.	cantidad	P.U. (S/.)	Costo (S/.)
Cemento	Bol	9.12	23.50	214.32
Arena	M3	0.351	45.00	15.795
Piedra chancada	M3	0.250	60.00	15.00
Agua	M3	0.197	4.00	0.788
Aditivo Z fluidizante SR-TR931	M3	0.00698	47.00	0.328
Ceniza de Aserrín de madera	Kg	68..4	0.30	20.52
Total				266.75

Tabla 49: Resumen del presupuesto comparativo por m3.

Resumen del presupuesto comparativo				
Muestra	f'c diseño	f'c final	dosis	Costo (S/.)
Concreto patrón	280	329.43	0% aditivo + 0% ceniza	301.55
Concreto auto compactado	280	398.97	1.8%Aditivo+15% ceniza	266.75

Se observa del cuadro resumen (tabla 42), que el costo del concreto auto compactado es menor que el costo del concreto patrón en S/.34.80 soles que representa el 11.54%

## VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño del concreto patrón de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, sin utilizar aditivo Z Fluidizante SR TR 931 y sin la ceniza de aserrín de madera, obteniendo como resultado una resistencia a la compresión de  $f'c = 329.34$  kg/cm<sup>2</sup>, y asentamiento de 16.51 cm. y en base a ello se diseñó el concreto auto-compactado añadiendo la ceniza de aserrín de madera en porcentajes de 10%, 15% y 20%, y aditivo súper plastificante del 0.8%, 1.4% y 1.8% respecto al peso del cemento.
- En cuanto a la resistencia mecánica a la compresión ( $f'c$ ) del concreto auto compactado, estas resultan superiores a la mezcla patrón, demostrando así que el uso del aditivo Z Fluidizante SR-TR931 y la ceniza de aserrín mejoran las propiedades mecánicas del concreto.
- Se pudo demostrar que la viscosidad del concreto auto compactado optimo se da con una dosificación de 1.8% de aditivo Z Fluidizante SR – TR931 y 15% de Ceniza de aserrín, al cumplir con los parámetros establecidos para el flujo de escurrimiento con el cono Abram (Df) y la fluidez de asentamiento (T50). Así como la capacidad de paso

medido con el embudo V, y la eficiencia de paso a través del ensayo con la caja L.

- En cuanto a los costos, resulta ser más económico fabricar un concreto auto compactado de la muestra optima indicada, pues se estaría ahorrando un promedio del 11.54% por m<sup>3</sup>. Respecto al concreto tradicional.
- Adicionalmente se puede mencionar que la sustitución en un porcentaje del cemento contribuye al medio ambiente, puesto que en la fabricación del cemento se emite mucho CO<sub>2</sub>, al disminuir el porcentaje de uso del cemento se estaría reduciendo también la emisión del CO<sub>2</sub>.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para la fabricación del concreto auto compactado de uso estructural es importante que se realicen el estudio de los materiales que se van utilizar pues estas deben cumplir con ciertos parámetros establecidos por las normas técnicas.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso debe ser de ½" preferiblemente, con el objeto de lograr una mejor estabilidad en el concreto, con ello garantizar el cumplimiento de las propiedades de compactibilidad.
- El tiempo de mezclado del hormigón con la incorporación del aditivo súper plastificante Z Fluidizante SR-TR931, debe ser de aproximadamente 5 minutos y un reposo de 15 minutos para que el aditivo súper plastificante reaccione con la mezcla y se logre la fluidez esperada y volver a mezclar antes de ser utilizado.

## REFERENCIAS

### Tesis:

1. BERNAL, Daniel. Optimización de la resistencia a la compresión del concreto, elaborado con cemento tipo I y aditivo súper plastificante. Tesis (grado académico de maestro). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, escuela de post grado, 2017. 173p.
2. BUSTAMANTE, Marisol. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto auto compactado, usando aditivo súper plastificante Glenium C313. Tesis (título profesional de ingeniero civil) Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, escuela profesional de ingeniería civil, 2018. 143p.
3. CHILÓN, Sander. Influencia de la fibra sintética (sika ® Fiber Force PP-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con  $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (título profesional de Ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela académico profesional de ingeniería civil, 2018.180 p.
4. GONZALES, Richard. Concreto de alta resistencia utilizando aditivo micro sílice. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, facultad de ingeniería civil y arquitectura, 2016. 73p.
5. HUAMANÍ, Iban. Concreto autocompactante: diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Perú: Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga, escuela profesional de ingeniería civil, 2018. 165p.
6. JARA, Ruth y PALACIOS, Roció. Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Santa, escuela académico profesional de ingeniería civil, 2015. 180p.
7. MUÑOZ, Ángela y PACHECO. Doroffi. Estudio para la optimización del diseño de un concreto auto compactante reforzado con fibras de acero.

Tesis (Título profesional de ingeniería Civil) Perú: Universidad Nacional San Agustín- Arequipa, programa profesional de ingeniería civil, 2018. 147p.

8. MUÑOZ, Ricardo. Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolánicos atlas en la ciudad de Huancayo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de ingeniería civil, 2017. 182p.
9. NINANYA, Stevens, MELGAR, Elvis. Empleo de las nuevas tecnologías para el desarrollo de altas resistencias iniciales en concretos prefabricados. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencias e ingeniería, 2016. 114p.
10. RAMOS, Jennifer. Adición del aditivo Sikament 290N en la elaboración de concreto de alta resistencia. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, escuela académico profesional de ingeniería civil, 2018. 140p.
11. ROCA, María. Análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para evaluar la efectividad de retracción en el desempeño del pavimento-San Martín de Porres, 2019. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 175p.
12. ROCHA, Carlos y ROMERO, Claudia. Reutilización del catalizador gastado de craqueo catalítico como reemplazante parcial del cemento en concretos auto compactados. Tesis (título de ingeniero químico). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, escuela académico profesional de ingeniería química, 2017. 145p.
13. RODRIGUEZ, Kenye. Aplicación del concreto auto compactado con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Centro, facultad de ingeniería civil, 2016. 250p.

14. TOMALA, José y CUCALON, Ronald. Optimización de hormigón  $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$ , aplicando diferentes aditivos súper plastificantes. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador: universidad estatal Península de Santa Elena, facultad de ciencias de la ingeniería carrera ingeniería civil, 2020. 133p.
15. VARGAS, Karolyn y PIMENTEL, Diego. Análisis de la evolución de la resistencia del concreto auto compactado utilizando materiales de construcción de la ciudad de Arequipa en el año 2018. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad católica Santa María, escuela profesional de ingeniería civil, 2018.293p.

### Libros

16. HARMSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado, quinta edición. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, fondo Editorial, 2017. 963p.
17. OTTAZZI, G. apuntes del curso de concreto armado I. décimo quinta Edición. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú 2019.505p.
18. HERNANDES, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación, 6ta. Ed. Colombia: MC GRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., 2014. 634p.
19. PALELLA, Santa y MARTINS, Filiberto. Metodología de la investigación cuantitativa. Venezuela, FEDUPEL, la editorial pedagógica de Venezuela, 2012. 279p.

### Revistas científicas

20. **EUCLID GROUP-Toxement**. Concreto auto compactante, revista en líneas, versión 2017 Encontrado en:  
[http://www.toxement.com.co/media/3373/concreto\\_autocompactante.pdf](http://www.toxement.com.co/media/3373/concreto_autocompactante.pdf)
21. ROBAYO, A., MATTEY, P., SILVA, Y. y DELVASTO, S. Obtención de un concreto autocompactante empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida. Revista de las *Universidad del Valle*,

Colombia. *Ingeniería y desarrollo*, volumen 34 N° 1 enero- junio 2016.  
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v34n1/v34n1a02.pdf>.  
ISSN: 0122-3461(impresso), 2145-9371 (on line)

22. BURGOS, D. GUZMAN, A., TORRES, N., Y DELVASTO S. Chloride ion resistance of self-compacting concretes incorporating volcanic materials. *revista Construction and building materials*, 2017, volumen 156, 15 December 2017, pages 565-573. Elsevier B.V. disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.017>
23. W. Mechti, T. Mnif, M. Chaabouni J. Rouis. Formulation of blended cement by the combination of two pozzolana: calcined clay and finely ground sand. *Construction and building materials* Volume 50, 15 January 2014, Pages 609-616. Elsevier B.V. disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061813009318>
24. José A. Sainz-Aja, Isidro A. Carrascal, Juan A. Polanco, Israel Sosa, Carlos Thomas, José Casado and Soraya Diego. Determination of the optimum amount of superplasticizer additive for self-compacting concrete.  
*Applied Sciences* 2020, (vol.10, issue 9), may 1, 2020. MDPI AG. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/341037403\\_Determination\\_of\\_the\\_Optimum\\_Amount\\_of\\_Superplasticizer\\_Additive\\_for\\_Self-Compacting\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/341037403_Determination_of_the_Optimum_Amount_of_Superplasticizer_Additive_for_Self-Compacting_Concrete).
25. Yimmy Fernando, Silva, David A. Lange, and Silvio Delvasto. Effect of incorporation of masonry residue on the properties of self-compacting concretes. *Construction and building materials* (vol.196): Jan 30, 2019 Elsevier B.V. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818328150>.
26. ROBAYO, R., MEJIA DE GUTIERREZ, R. PUERTAS, F. (2019), Alkali-activated binary concrete based on a natural pozzolan: physical, mechanic and microstructural characterization, Torroja Institute for Construction Science, España disponible en:  
[ROBAYO, R., MEJIA DE GUTIERREZ, R. PUERTAS, F. \(2019\) - Bing](#)

27. Leidys Laura Pérez-González, Rafael Quintana-Puchol, Adrián Alujas-Díaz, Daniellys Alejo-Sánchez. Chemical, phasic and calorimetric evaluation of a pozzolanic material obtained by electric arc- assisted aluminjiothermy using cupola slag. *Minería y Geología* / v.36 n.2 / abril-junio / 2020 / p. 234-252 ISSN 1993 8012). Disponible en: [1878-5598-1-PB.pdf](https://doi.org/10.1155/2017/9454982)
28. Velu Saraswathy, Subbiah, Karthick, Han Seung Lee, SWeung-JunKwon, and Hyun-Min Yang. comparative stuty of strength and corrosion resitant properties of plain and blendede cement concrete types. *Advances in Materials Science and Engineetiong/2017/Article*, Academic editor: Michael J. Schutze, 04 Oct 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2017/9454982>
29. Dhanya Sathyan Kalpathy and Balakrishnan Anand. Influcny of superplasticizer family on the durability characteristics of fly ash incorporated cement concrete. *Construction and Building Materials Volume 204*, 20 April 2019, Pages 864-874. Elsevier B.V. disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819302089>
30. Camargo Pérez, C. H. Higuera Sandoval (2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27 (1), pp. 91-109, DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1907>. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a06.pdf>
31. Diego Carro López, Belén González Fonteboa, Jorge de Brito Fernando Martínez Abella, Iris González Taboada y PedroSilva. Study of the reholgy of self-compacting concrete with fine recycled concrete aggreaqtes. *Construction and Building Materials, Volume 96*, 15 October 2015, Pages 491-501. Elsevier B.V. disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061815303044>
32. Lilia Señas, Carla Priano y Silvina Marfil. Influence of recycled aggregates on properties of self-consolidating concretes. *Construccion and Building Materials Volume 113*, 15 June 2016, Pages 498-505. Elservgier B.V. disponible en:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816303749>

33. Mohammed Ibrahim, Aftab Ahmad, Mohammed S. Barry, Luai M. Alhems & A. C. Mohamed Suhothi. Durability of Structural Lightweight Concrete Containing Expanded Perlite Aggregate. *International Journal of Concrete Structures and Materials* volume 14, Article number: 50 (2020), 21 September 2020. Disponible en: <https://ijcsm.springeropen.com/articles/10.1186/s40069-020-00425-w#article-info>
34. Pere Borralleras, J.J. Jurado, S. Parra, J. Caballero. Aditivos súper plastificantes de última generación basados en polímeros PAE, para el control de la viscosidad plástica del hormigón. Congresos de la Universidad Politécnica de Valencia, HAC2018 - V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactable y Hormigones Especiales. March 2018. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/323559146\\_Aditivos\\_superplastificantes\\_de\\_ultima\\_generacion\\_basados\\_en\\_polimeros\\_PAE\\_para\\_el\\_control\\_de\\_la\\_viscosidad\\_plastica\\_del\\_hormigon](https://www.researchgate.net/publication/323559146_Aditivos_superplastificantes_de_ultima_generacion_basados_en_polimeros_PAE_para_el_control_de_la_viscosidad_plastica_del_hormigon)
35. Pere Borralleras Mas, (2017). Super plastificantes Master Ease basados en la tecnología PAE de BASF. Technical & Marketing Manager BASF. Construcción Chemicals Iberia. Encontrado en: <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/185218-Superplastificantes-MasterEase-basados-en-la-tecnologia-PAE-de-BASF.html>.
36. Silva Y., Rojas J., Gamboa J. Gordillo M., & Delvasto S. Optimización de la resistencia a compresión usando un diseño de mezcla de vértices extremos, en concretos ternarios basados en residuo de mampostería y cal hidratada. *Revista EIA*, 16(31), 99-113. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1177>.
- 
37. Ana Beatriz Acevedo Jaramillo y Juan Esteban Posada Franco. Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18 (34) • Enero-junio 2019 • pp. 45-56 • ISSN (en línea): 2248-4094. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v18n34/1692-3324-rium-18-34-45.pdf>.
38. Yimmy Fernando Silva Urrego; William Gustavo Valencia Saavedra ; Silvio Delvasto Arjona . Concreto autocompactante con altos contenidos de subproductos de la combustión de carbón.

Informador técnico, ISSN 0122-056X, ISSN-e 2256-5035, Vol. 82, N° 2, 2018, págs. 147-159. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6772852>

39. LOZADA José. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. CIENCIAMÉRICA, N° 3, diciembre 2014, pp (34-39) Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indo américa, Quito, Pichincha, Ecuador joselozada@uti.edu.ec. disponible en:  
<http://hdl.Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749.pdf>
40. Medardo Martínez, Víctor Armijos, Marlon Valarezo y Javier Luzuriaga. Influencia del porcentaje de aditivo superplastificante en hormigones de alta resistencia. III Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Civil Concurso de Trabajos Libres de Investigación Estudiantil Hotel Hilton y Puerta del Sol, Porlamar –Venezuela, 2014. Disponible en:  
[https://mvalarezo.files.wordpress.com/2014/01/martinez\\_-armijos...](https://mvalarezo.files.wordpress.com/2014/01/martinez_-armijos...)
41. O.F. Silva, P.C.C. Gómez y K.A.M. Morais (2019). Analytical method for determining the saturation point of superplasticizer in cement pastes using the Marsh cone. Ceramica 65(2019) 252-260, Federal University of Alagoas, PPG-Materiais, Maceio, Al Brazil. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132019653742662>.
42. Saugo, A. et al. 2020. Evaluación del rendimiento de los aditivos súper plastificantes comerciales basados en policarboxilatos en las propiedades mecánicas y micro estructurales de las pastas de cemento Portland. Materia (Rio J.) 2020. Rio de Janeiro. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200004.1203>
43. N. Ykrainczyk, et al., 2016. Reuse of Woody biomass ash waste in cementitious Materials. Chem. Biochem. Eng. Q. encontrado en: [01-2-16.pdf \(fkit.hr\)](http://fkit.hr/01-2-16.pdf)
44. Shanshan Qian, et al. 2018. Synthesis, characterization and working mechanis of a novel polycarboxylate superplasticizer for concrete possessing reduced viscosity. Construction and Building Materials. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/i.conbuildmat.2018.02.212>
45. Baoguo, M. et al. 2018. Effect of hydroxypropyl-methyl cellulose ether on rheology of cement paste plasticized by polycarboxylate superplasticizer. Construction and Building Materials. Disponible en; <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.010>
46. Swaptik Chowdhury, Mihir Mishra y Om Suganya, 2015, la incorporación de cenizas residuales de madera como material de sustitución parcial de cemento para la fabricación de hormigón de grado estructural: una visión general. Science direct. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.asej.2014.11.005>

47. Carevic et al. 2021, Efecto del almacenamiento de cenizas de biomasa de madera en las propiedades de los compuestos de cemento, materials, disponible en <https://doi.org/10.3390/ma14071632>.
48. Siddique R., Singh M. y Kumar A., 2019, Use of Unprocessed Wood Ash as Partial Replacement of Sand in Concrete. ACI materials Journal. Disponible en: <http://worldcat.org/oclc/13846872>
49. Canul. A, Moreno E., Mendoza J. 2016. Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas de concretos hechos con agregado calizo triturado de alta absorción. Alcompat, disponible en: [Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas de concretos hechos con agregado calizo triturado de alta absorción \(scielo.org.mx\)](https://scielo.org.mx)
50. Sainz et al. 2020. Determination of the optimum amount of superplasticizer additive for self-compacting concrete. Applied sciences. Disponible en [file:///C:/Users/user/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/d8f2329f-aeb3-4913-831a-327db6d8a841/Determination of the Optimum Amount of Superplasti.pdf](file:///C:/Users/user/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/d8f2329f-aeb3-4913-831a-327db6d8a841/Determination%20of%20the%20Optimum%20Amount%20of%20Superplasti.pdf).
51. Siang A., Gao Y., y Shi C. 2020. Progresses in Synthesis of Polycarboxylate superplasticizer. Hindawi, disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/8810443>.
52. Sainz et al. 2020. Determination of the optimum Amount of superplasticizer additive for self- compacting concrete. applied sciences. Disponible en: [www.mdpi.com/journal/applsci](http://www.mdpi.com/journal/applsci).
53. Feng W., et al. 2018. Influence of polycarboxylate superplasticizer in chloride binding in cement paste. Construction and building materials. Disponible en: [Influence of polycarboxylate superplasticizer on chloride binding in cement paste - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S09550061817321396)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S09550061817321396>
54. Huaquisto S. y Belizario G. 2018. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de investigación alto andino. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>  
[Sin título-1 \(scielo.org.pe\)](https://scielo.org.pe)
55. Hernández A. et al. 2018. Adición de cenizas de aserrín como sustitución de material cementante en concreto no convencional. ABET. Universidad del Norte. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/370481025/adicion-de-Cenizas-de-Aserrín-Como-Sustitución-de-Material-Cementante-en-Concreto-No-Convencional>.

56. Silva Y., Valencia W., y Delvasto S.2018. Concreto auto compactante con altos contenidos de sub productos de la combustión de carbón. Informador técnico. Disponible en:  
<http://doi.org/10.23850/22565035.1485>

## ANEXOS

### Anexo 1

**Cuadro: Matriz de operacionalización**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
<b>VD</b>					
Resistencia concreto auto compactado	Resistencia a la compresión es un valor utilizado como un indicador de calidad, obtenido en ensayos de laboratorio	El valor de la resistencia a la compresión se relaciona entre la carga máxima aplicada por el área de una probeta.	Resistencia a la compresión Kg/cm <sup>2</sup>	7, 14 y 28 días	
Viscosidad	Es una característica del CAC en estado fresco que puede ser controlada con un diseño de mezcla de adecuado, su fluidez permite el perfecto llenado del encofrado evitando que se produzcan segregaciones en el proceso de colocación, Rocha y Romero (2017 p.14 ),	La viscosidad del concreto auto compactado se mide realizando ensayos de asentamiento, llenado y paso según los métodos establecidos.	asentamiento	T500 (mm)	2-8 s
				Df (mm)	550-850mm
			Capacidad de relleno	Embudo en V (s)	4-20 s
			Capacidad de paso	Caja L (h <sub>2</sub> /h <sub>1</sub> )	0.75-1
<b>VI</b>					
Cenizas de aserrín de madera	Las puzolanas son materiales compuesto por silíceo o silico-aluminoso, que reacciona el hidróxido de calcio con la presencia del agua para formar compuestos con propiedades hidráulicas	Las puzolanas como parte integrante del concreto se dosifica en % en peso el cual puede variar del 10% al 30% para obtener la proporción adecuada para que cumpla con su función.	Dosificación (% en peso)	10%, 15%, 20%	
Z- Fluidizante SR TR931	Es un aditivo desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, actúa como reductor de agua de alto rango y optimiza el uso del cemento.	Z- Fluidizante SR TR931, es un súper plastificante que se usa en % en peso para mejorar las propiedades de fluidez del concreto.	Dosificación (% en peso)	0.8%, 1.4% 1.8%	

## Anexo 2. Certificado de la caracterización dela ceniza de aserrín de madera

## INFORME DE ENSAYO

|E-060521-01

### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACIÓN  
1.2 RUC/DNI : 8646841

### 2. FECHAS

2.1 Inicio : 07 de Mayo de 2021  
2.2 Fin : 17 de Mayo de 2021  
2.3 Emisión de informe : 18 de Mayo de 2021

### 3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20,2 °C  
3.2 Humedad Relativa : 51 %

### 4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado : Composición por FRX  
4.2 Método Utilizado : Fluorescencia de Rayos X

### 5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-1411	Ceniza de Madera	CENIZA DE MADERA

### 6. RESULTADOS

#### 6.1. Resultados Obtenidos

TABLA N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Parámetro	UNIDAD	Resultado
Óxido de Silicio, SiO <sub>2</sub>	%	71.90
Óxido de Aluminio, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.56
Óxido de Hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.91
Óxido de Calcio, CaO	%	5.51
Óxido de Magnesio, MgO	%	2.24
Óxido de Sodio, Na <sub>2</sub> O	%	3.18
Óxido de Potasio, K <sub>2</sub> O	%	2.17
Óxido de Fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	3.54

### 7. COMENTARIOS

Los resultados obtenidos indican que la muestra analizada tiene potencial aplicación en la industria de producción de concreto (cemento), la suma de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es superior al 70%, las cenizas desarrollan propiedades aglomerantes gracias al contenido relevante de estos elementos.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

"FIN DEL DOCUMENTO"

  
ALEJANDRO VERGARA VARGAS  
QUÍMICO  
COP. 1337

Página 1 de 1

## Anexo 2. Certificados de la caracterización



Cel: 989733014 | 947280685  
 Jr. La Madrid 254 Asociación Las Olivas  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO	CERTIFICADO DE	Ciudad	FORLABCO
		Provincia	
		Agregado	CC-BTL
		Fecha	18/02/2011

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
 AG 211

REFERENCIA SOLICITANTE	[BOM DE LABORATORIO]						
FECHA	21/04/2011						
UBICACION	Edificio de control de calidad y adm. 2 Fl. Oficina SA-20021 en la sede de la facultad de ingeniería de la Universidad del Callao						
LABORATORIO	LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO						
PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL PUERTO DE LA ESCALERA EN LA ZONA DE LA ESCALERA EN LA ZONA DE LA ESCALERA EN LA ZONA DE LA ESCALERA						
AGREGADO	AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
FECHA	21/04/2011						
Peso 210 kg/m <sup>3</sup>							
PROPORCIÓN							
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	1.12	1.00	1.00	0.1	1500.0	180.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	1.74	1.00	1.00	0.0	180.0	180.0	
<b>MATERIALES A. FINO Y AGREGADO GRUESO DE CANTERA TRAPICHE</b>							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	AGREGADO FINO			4	mm		
2	AGREGADO GRUESO			20	mm		
3	AGREGADO GRUESO			4.75	mm		
4	AGREGADO GRUESO			75	mm		
5	TOTAL DE AGREGADO GRUESO			1.5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.18			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
FACTOR CORRECCION		330.000		kg/m <sup>3</sup>	kg	kg/m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto de cemento		0.1728		m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto de agua		0.1728		m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto de aire		0.0150		m <sup>3</sup>			0.01
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS		0.1800		m <sup>3</sup>			0.88
Volumen absoluto de agregado fino		0.1070		m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto de agregado grueso							1.80
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES n° POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO		503		kg			
AGUA		172		kg			
AGREGADO FINO		868		kg			
AGREGADO GRUESO		868		kg			
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>							
CORRECCION POR HUMEDAD		2204		kg			
AGREGADO FINO HUMEDO		891.4		kg			
AGREGADO GRUESO HUMEDO		891.4		kg			
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO		0.10		kg			
AGREGADO GRUESO		0.12		kg			
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				2784		kg	1.80
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES n° POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO		503		kg			
AGUA		172		kg			
AGREGADO FINO		891.4		kg			
AGREGADO GRUESO		891.4		kg			
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>							
CANTIDAD DE MATERIALES (kg)							
CEMENTO		15.33		kg			
AGUA		8.74		kg			
AGREGADO FINO		24.22		kg			
AGREGADO GRUESO		24.22		kg			
<b>PROPORCIÓN EN PESO (Humedad)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Humedad)</b>			
C	10			C	10		
A.F	2.0			A.F	1.0		
A.G	2.0			A.G	1.0		
H2O	24.2			H2O	24.2		
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
JGEOTECNIA SAC		JGEOTECNIA SAC		JGEOTECNIA SAC			
Ingeniero de Rutas y Pavimentación		Ingeniero de Rutas y Pavimentación		Ingeniero de Rutas y Pavimentación			
Control de Calidad BTL JGEOTECNIA SAC		Control de Calidad BTL JGEOTECNIA SAC		Control de Calidad BTL JGEOTECNIA SAC			



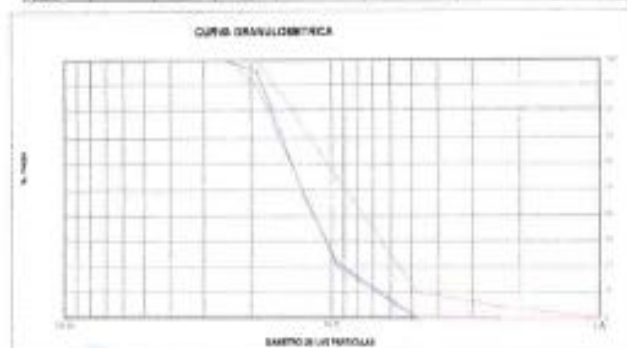
LABORATORIO DE PRUEBA DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGRÉGADO GRUPO	Código	FORMA-00-002
		Revisión	1
		Ubicación	CC-UJ

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASPM 0108

REFERENCIA	CASEL DE BARRIO
SOLICITANTE	PERU JUVENIL TAMBAYUN EDUCACION
FECHA	EFECTOS DE ONDAS DE ABANCA Y ACOTIVO JALISCO EN 1994 EN LA RESISTENCIA Y VELOCIDAD DEL CONCRETO AUTO-COMPACTADO

UBICACION	LIMA	LABORAL	FECHA DE EMISIÓN	28/02/2021
QUANTIDAD	1.000 KG	LABORAL	% H <sub>2</sub> O	6.1
FECHA RECIBIDA	1.000 KG	LABORAL	% H <sub>2</sub> O	6.10

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% CONCLASOS		ESPECIFICACIONES PERU 2017
		g	%	Retenido	Pasa	
2"	50.8	0.0	0.0	0.0	100.0	
1.18"	30.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
75"	3.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
15"	19.0	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
10"	25.0	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
7.5"	19.0	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
4.75"	12.0	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
3.0"	7.5	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
1.5"	3.8	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
0.75"	1.9	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
0.425"	1.0	85.0	8.0	4.0	96.0	0.0 - 10.0
TOTAL		100	100			



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		



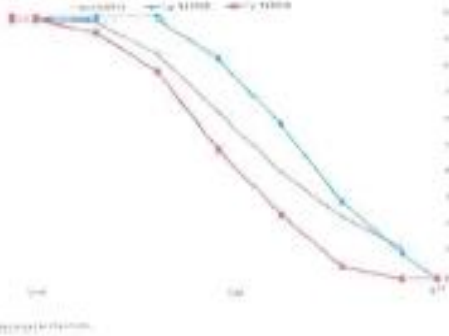
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIAS	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR 1/TCAD/01
		Revisión	2
		Aprobado	00-JUN

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

REFERENCIA	Código de laboratorio		
SOLICITANTE	Pav. Av. José Pardo - Encarnación		
TEXTO	Código de causal de normas y otro 2 / (orden 50-1787), en la resistencia y cantidad del cemento en el concreto		
UBICACIÓN	Lima	Fecha de emisión: 2004/01	
MATERIAL	AGREGADO FINO	CANTERA: TRAPICHE	
PESO MOJAL HUMEDO (g)	549.3	S.W. = 2.5	
PESO MOJAL SECO (g)	544.7	M.F. = 2.72	

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES		ESPECIFICACIONES ASTM D 151
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
20	0.85	0.00	0.00	0.00	100.00	0.0
40	0.425	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 5.0
60	0.25	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 10.0
80	0.18	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 15.0
100	0.15	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 20.0
150	0.106	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 25.0
200	0.075	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 30.0
250	0.06	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 35.0
300	0.05	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 40.0
400	0.0375	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 45.0
500	0.03	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 50.0
600	0.025	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 55.0
750	0.018	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 60.0
1000	0.0075	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 65.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



**OBSERVACIONES:**

\* Probada la representatividad de la muestra en la evaluación hecha de base de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Realizado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOU.LTC-03.001
		Revisión	2
		Aprobación	00-JJS

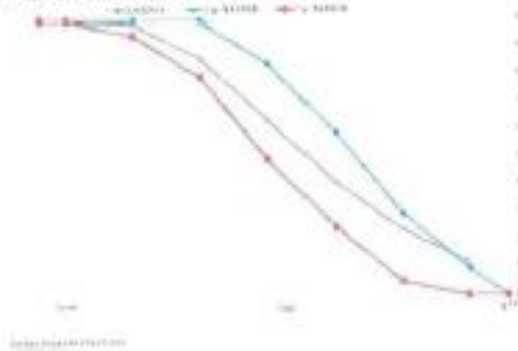
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO  
ASTM C 136

REFERENCIA	Código de laboratorio
SOLICITANTE	Pedro Avendaño Tapareno, Encarnación
TESTES	Estado de curaduría de mallas y ensayo 2 / Funicular 55-75321 en la resistencia y consistencia del concreto autocompactado
UBICACIÓN	Lima Fecha de emisión: 09/04/2021

INTERVAL	ABRIGADO FINO	CANTERA (SHAFTON)
PESO MOVL HUMEDO (g)	549.2	S. V. = 2.8
PESO MOVL SECO (g)	544.1	MP = 2.12

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 31
		g	(%)	Retenido	Pasa	
10	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
20	2.50	0.00	0.00	0.00	100.00	0.0
40	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0 - 5.0
60	2.50	72.7	13.2	13.1	86.8	10 - 20
80	1.75	102.2	18.7	33.9	66.0	10 - 20
100	0.85	254.8	46.6	84.4	15.6	15 - 25
150	0.50	454.4	83.0	75.8	24.1	10 - 20
200	0.25	503.7	91.7	84.0	15.9	5 - 10
FINES		544.1	100.0	99.0	0.0	0 - 5

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

\* Distribuya la responsabilidad por el estado de este documento en la autorización escrita del Jefe de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELVIRA HUAMANI INGENIERO CIVIL REG. 1004 27 210208	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (f, G o Gf)</b>	Código:	FORMULARIO 8
		Edición:	3
		Aprobado:	DC/LIB

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C39

RESPONSOR:	Dato de laboratorio
SOLICITANTE:	Pedro Juvenal Tardón de Zúñiga
TESIS:	anillo de control de calidad y aditivo 2 Rendiente 50 TR601, en la vivienda y velocidad del concreto auto-compactado
UBICACIÓN:	Lima Fecha de ensayo: 24/03/17

METRAL	ADOPCIÓN-GRUPO	CANTIDAD	TRAPICHE
<b>MUESTRA M</b>		M-1	M-2
1	Peso de la Muestra + Mold	g	4024 1875 1520
2	Peso del Mold	g	598 585 594
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3426 1290 926
4	Volumen del Mold	lit	9536 9536 9536
5	Peso Unitario (Peso de la Muestra)	g/lit	1482 1471 1474
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (MUE) (1)</b>		g/lit	1480
<b>MUESTRA P</b>		M-1	M-2
1	Peso de la Muestra + Mold	g	3528 3415 3347
2	Peso del Mold	g	488 488 488
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3040 2927 2859
4	Volumen del Mold	lit	9536 9536 9536
5	Peso Unitario (Peso de la Muestra)	g/lit	1905 1905 1902
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/lit	1900

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suños y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b>	Código	FOR-LAB-05-019
		Revisión	1
		Aprobado	02 JUL 2010

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C136

REFERENCIA	Dato de laboratorio
SOLICITANTE	Pedro Juvenal Tardónova (Ingeniero)
TIPO	Estado de campo de tránsito y Admó 2 Modificado DR 17621, en la resistencia y capacidad del concreto auto compactado
UBICACIÓN	Lima Proyecto: Ruta 2400021

MATERIAL	AGREGADO FINO	CANTIDAD	TRAFICÓ
<b>MUESTRA N°</b>		M-1	M-2
1	Peso de la Muestra + Molde	g	2073 2044 2058
2	Peso del Molde	g	2381 2380 2383
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	439 437 438
4	Volumen del Molde	cc	2760 2760 2760
5	Peso Unitario Suave de la Muestra	g/cc	1.593 1.585 1.585
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO MUESTRAS</b>		g/cc	1.588
<b>MUESTRA M</b>		M-1	M-2
1	Peso de la Muestra + Molde	g	1912 1860 1910
2	Peso del Molde	g	2340 2390 2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	572 470 547
4	Volumen del Molde	cc	2760 2760 2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.862 1.681 1.888
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	1.817

**OBSERVACIONES:**

\* Por favor la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-008
		Revisión	3
		Aprobado	05-100

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM D753

REFERENCIA	Código de fabricación
SOLICITANTE	Planos, Anexas, Tarifas, Embarcaciones
TIPO	Estado de campo de tránsito y tráfico 2 Flujo de 300-1000 en la resaca y resaca de canal auto compactado
UBICACION	Lima <span style="float: right;">Fecha de emisión: 24/07/2021</span>

MATERIAL	FORJADO PVD	CANTERA	TRANCHE	PROMEDIO	
MUESTRA N°		M-1	M-2		
1	Peso de la Arena 0.075 + Peso Balón + Peso de Agua	g	892.2	903.9	898.0
2	Peso de la Arena 0.075 + Peso Balón	g	827.8	807.5	817.6
3	Peso del Agua (P <sub>w</sub> + T - D)	g	114.7	116.6	115.6
4	Peso de la Arena Seca al Aire + Peso del Balón	g	664.5	660.9	662.7
5	Peso del Balón M-1	g	127.5	127.3	127.4
6	Peso de la Arena Seca al Aire (M-1 + D)	g	497.5	486.5	492.0
7	Volumen del Balón (V + 1000)	cc	497.5	487.6	492.5
<b>RESULTADOS</b>					
PESO ESPECIFICO DE LA MESA (P.E.M. + M.P.M)		g/cc	2.71	2.75	2.73
PESO ESPECIFICO DE LA MESA (P.E.M. + M.P.M. + M.P.V.)		g/cc	2.72	2.74	2.73
PESO ESPECIFICO STABLE (P.E.S. + M.P.M. + M.P.V.)		g/cc	2.76	2.77	2.77
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (P.A. por agua)		%	6.4	6.7	6.5

**Observaciones:**

\* Posibilidad de reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA DE SÓLIDOS</b>	Código: FOR-AGRS-008
		Permisión: 2
		Aprobado: CU-10

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D127

<b>REFERENCIA:</b>	Cable de laboratorio
<b>SOLICITANTE:</b>	Puerto Terminal Tarapoto - Chinavellos
<b>OBJETO:</b>	Efecto de emisión de material y activo Z Pluvial en el momento y viscosidad del concreto con compuesto
<b>UBICACION:</b>	Lima Fecha de ensayo: 2024/02/1

MATERIAL	ADMECO (GRABO)	CANTIDAD	TEMPERATURA		FORMA DE	
			M. 1	M. 2		
1	Peso de la muestra (energía controlada)	A	g	1185.0	1212.0	1218.4
2	Peso muestra del 500 Secs	B	g	1065.0	1058.0	1048.0
3	Peso muestra 300s	C	g	843.0	831.0	822.0
4	Peso muestra del 300 Secs + 60s A		g	295	297	296
5	Peso muestra de masa - 0.05		g	234	235	234
6	Peso muestra de masa - 0.05		g	236	235	235
7	Muestra de agua + 20 - 0.01/100	N	ml	1.8	1.7	1.8

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Control de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>ELMER MACQUEO HUARLAN</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>I.C. 2014721000</b>	 <b>JJ GEOTECNIA S.A.C.</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

### Anexo 3. Diseños de Mezcla Patrón:

#### 1. Cemento: sol tipo I

Gravedad específica = 3.12

#### 2. Agua: Potable

#### 3. Agregado fino:

Gravedad específica 2.72

Absorción 0.7%

Humedad 0.8%

Módulo de fineza 2.72

Peso unitario seco 1520 kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado 1897 kg/m<sup>3</sup>

#### 4. Agregado grueso:

Peso específico 2.64

Absorción 0.8%

Contenido de humedad 0.1%

Módulo de fineza 7.51

Peso unitario seco 1480 kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado 1593 kg/m<sup>3</sup>

#### 5. Determinación de la resistencia promedio

$$F'_{cr} = f'_c + 85$$

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = 280 + 85 = 365 \text{ kg/cm}^2$$

#### 6. Elección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

$\frac{3}{4}$ " tamaño máximo

$\frac{1}{2}$ " tamaño máximo nominal

#### 7. Asentamiento: 6" a 7"

8. **Volumen unitario de agua:** según el ACI la cantidad de agua recomendada para un slump de 6" a 7" es de 228 lt /m<sup>3</sup>.

9. **Contenido de aire atrapado:** para el agregado grueso de  $\frac{1}{2}$ " de tamaño máximo nominal le corresponde un 2.5%.



10. **Relación agua cemento:** para la presente investigación se ha optado por la relaciona agua (a/c) de 0.5.

11. **Factor cemento:**

$$228/0.5 = 456 \text{ kg/m}^3 = 10.73 \text{ bolsa.}$$

12. **Contenido de agregado fino:**

Para un módulo de finura de 2.72 se tiene:

$$1520 \cdot 0.628 = 954.56 \text{ kg/m}^3$$

13. **Cálculo de volúmenes absolutos**

$$\text{Cemento } (456/3.12/1000) = 0.146 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua de diseño } 228/1/1000 = 0.228 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire } 2.5\% = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena } 954.56/2.72/1000 = \underline{0.351 \text{ m}^3}$$

$$\text{Total, volumen} = \mathbf{0.750 \text{ m}^3}$$

14. **Contenido de volumen agregado grueso**

$$\text{Agregado grueso} = 1 - 0.750 = 0.250 \text{ m}^3$$

15. **VALORES DE DISEÑO**

$$\text{Cemento} \quad 456 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño} \quad 228 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} \quad 954.56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 661 \text{ kg/m}^3$$

16. **Corrección por humedad del agregado**

**Peso húmedo del:**

$$\text{Agregado fino} \quad 954.56 \cdot 1.008 = 962.196 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 661 \cdot 1.001 = 661,66 \text{ kg/m}^3$$

17. **Humedad superficial del agregado**

$$\text{Agregado fino} \quad 0.8 - 0.7 = 0.1\%$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 0.1 - 0.8 = -0.7\%$$

18. **Aporte de la humedad**



Agregado fino	$962.196 * 1.001 = 0.963$
Agregado grueso	$661.66 * -0.007 = \underline{-4.632}$
<b>Total aportes</b>	<b>= -3.669</b>
<b>Agua efectiva</b>	$228 - (-3.669) = 231.669$
lt/m3	

#### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	456 kg/m3
Agua de diseño	231.669 lt/m3
Agregado fino	962.196 kg/m3
Agregado grueso	661.66 kg/m3

#### **Pesos por muestra de ensayo (0.017 m3)**

Cemento	$456 * 0.017 = 7.752$ kg/muestra
Agua de diseño	$231.669 * 0.017 = 3.938$ lt/muestra
Agregado fino	$962.196 * 0.017 = 16.357$ kg/ muestra
Agregado grueso	$661.66 * 0.017 = 11.248$ kg/muestra

### **Anexo 4. Diseño con (incorporación de ceniza de aserrín de madera y aditivo z fluidizante SR- TR931.**

#### **Muestra -1 (0.8% aditivo + 10% ceniza de aserrín de madera)**

#### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m3
Agua de diseño	208.494 lt/m3
Agregado fino	962.196 kg/m3
Agregado grueso	661.66 kg/m3
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m3
Z fluidizante SR- TR -931	3.283 kg/m3

**Muestra -2 (1.4% aditivo + 10% ceniza de aserrin de madera)**

**Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	5.7456 kg/m <sup>3</sup>

**Muestra -3 (1.8% aditivo + 10% ceniza de aserrin de madera)**

**Peso de materiales corregidos**

Cemento	410.40 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	185.328 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	45.60 kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	7.387 kg/m <sup>3</sup>

**Muestra -4 (0.8% aditivo + 15% ceniza de aserrin de madera)**

**Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	220.077 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizante SR- TR -931	3.101 kg/m <sup>3</sup>

**Muestra -5 (1.4% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)****Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	208.494 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	5.426 kg/m <sup>3</sup>

**Muestra -6 (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)****Peso de materiales corregidos**

Cemento	387.6 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	68.4 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>

**Muestra -7 (0.8% aditivo + 20% ceniza de aserrín de madera)****Peso de materiales corregidos**

Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	220.077 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	3.101 kg/m <sup>3</sup>

### **Muestra -8 (1.8% aditivo + 15% ceniza de aserrín de madera)**

#### **Peso de materiales corregidos**


Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	208.494 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>

### **Muestra -9 (1.8% aditivo + 20% ceniza de aserrín de madera)**

#### **Peso de materiales corregidos**

Cemento	364.8 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	196.911 lt/m <sup>3</sup>
Agregado fino	962.196 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	661.66 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza de aserrín de madera	91.20 = kg/m <sup>3</sup>
Z fluidizanteSR- TR -931	6.977 kg/m <sup>3</sup>

## Anexo 5. Certificados de los ensayos de resistencia a la compresión

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Región: 00 Fecha: 2021-05-27 Código: LEM-LAB-F-00
	NTP 309.034 / ASTM C 39	

N° DE INFORME LEM2106RPL2

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

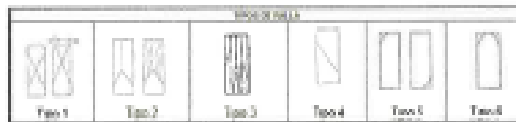
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 19 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-0-1 CONCRETO PATRÓN (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS -BARRAS- RILAS	LEM2106RPL2/01	2021-05-12	2021-05-19	7	5	80.12	166.32	16904	211.7	75.6
M-0-2 CONCRETO PATRÓN (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS -BARRAS- RILAS	LEM2106RPL2/02	2021-05-12	2021-05-19	7	5	80.12	158.16	16238	202.6	72.3
M-0-3 CONCRETO PATRÓN (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS -BARRAS- RILAS	LEM2106RPL2/03	2021-05-12	2021-05-19	7	5	80.12	158.43	16240	191.5	68.4

OBSERVACIÓN: PRÓBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



Tipo 1 : Cones razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.  
 Tipo 2 : Cones bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cones no bien definidos en la otra base.  
 Tipo 3 : Cones verticales columnares en ambas bases, cones no bien formados.  
 Tipo 4 : Fractura diagonal de grietas en las bases, grietas con ramitas para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5 : Fracturas de todo en las bases (superior e inferior) cones razonablemente con las capas de empuje.  
 Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el tamaño del cilindro es reducido.

  
 ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79851

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RP05**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 19 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-1-1 0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/01	2021-05-12	2021-05-19	7	2	80.91	254.97	26000	321.3	114.8
M-1-2 0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/02	2021-05-12	2021-05-19	7	2	80.91	239.58	24430	301.5	107.8
M-1-3 0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/03	2021-05-12	2021-05-19	7	2	80.91	240.56	24530	301.2	108.3
M-1-4 0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/04	2021-05-12	2021-05-19	7	5	80.91	241.64	24640	304.5	108.8

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 75951**

DESCRIPCIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS DE FALLA

Tipo 1: Fractura diagonal limpia sin fragmentos, cuando ocurre dentro de 27 días de girar entre capas.


Tipo 2: Cuando ocurre cuando se aplica la carga, desplazamiento de piezas debido a la falta de los capos, como no bien definido en la base.

Tipo 3: Cuando ocurre cuando se aplica la carga, como no bien definido.

Tipo 4: Fractura diagonal limpia en las bases, puede ocurrir cuando se aplica la carga.

Tipo 5: Fractura diagonal limpia en las bases (superior e inferior) cuando ocurre cuando se aplica la carga de ensayo.

Tipo 6: Similar al Tipo 5, pero el efecto de compresión es evidente.

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10
	NTP 322.034 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP05**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA INCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 20 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS DE CONCRETO -  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	código	FECHA DE VUelado	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-2-1 L.A.S ADITIVO+SON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/05	2021-05-13	2021-05-20	7	2	80.91	299.89	30580	377.9	135.0
M-2-2 L.A.S ADITIVO+SON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/06	2021-05-13	2021-05-20	7	2	80.91	300.08	30600	378.1	135.1
M-2-3 L.A.S ADITIVO+SON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP05/07	2021-05-13	2021-05-20	7	3	80.91	282.63	28820	352.2	127.2

**OBSERVACIÓN:** PRÓBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79851

**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA**

Tipo 1: Consta usualmente en tres formados, en ambas bases, menos de 25mm de grueso entre capas.  
 Tipo 2: Consta bien formado sobre una base, desplazamiento de grueso superior a nivel de las capas, como se vea definido en la otra base.  
 Tipo 3: (Bases verticales) (abertura en ambas bases, como se vea definido en la otra base).  
 Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; grietas que evadita por adherencia de Tipo 1.  
 Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior e inferior) cuando resistieron con las capas de enlucado.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero al terminal del cilindro en el estado.

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	<b>NTP 339.034 / ASTM C 39</b>	Fecha: 2021-05-27 Código: UEM-LAB-P-02

**N° DE INFORME LEM2106RP13**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS \* EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 26 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-1-1 0.8% ADITIVO+18% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-ARCAS-PLACAS	LEM2106RP13/04	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.12	185.54	18800	156.1	84.3
M-1-2 0.8% ADITIVO+18% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-ARCAS-PLACAS	LEM2106RP13/05	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.12	186.82	19050	137.8	84.9
M-1-3 0.8% ADITIVO+18% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-ARCAS-PLACAS	LEM2106RP13/06	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.12	178.78	18250	127.5	81.3

**OBSERVACIÓN:** PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA:**

Tipo 1: Concreto compactado bien formado, en ambas bases, áreas de 20mm de grosor entre capas

Tipo 2: Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como se hizo definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales claramente en ambas bases, como se ilustra en el diagrama

Tipo 4: Fractura diagonal en grietas en las bases, grietas con inclinación diferente del Tipo 1

Tipo 5: Fractura de fondo en las bases (superior e inferior) ocurren conjuntamente con las capas de estratificación

Tipo 6: Similar al Tipo 5, pero el terminal del cilindro es acortado.

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 75651**



N° DE INFORME LEM3106RPOS

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 30 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA ( $\text{cm}^2$ )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESISTENCIA (%)
M-4-1 0.8% ADITIVO+0.8% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VRAS-PLACAS	LEM3106RPOS/08	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.91	228.70	23310	288.3	108.0
M-4-2 0.8% ADITIVO+0.8% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VRAS-PLACAS	LEM3106RPOS/09	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.91	304.17	30800	357.3	119.9
M-4-3 0.8% ADITIVO+0.8% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VRAS-PLACAS	LEM3106RPOS/10	2021-05-13	2021-05-20	7	5	80.91	251.74	25670	317.3	113.3

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



- DESCRIPCIÓN DE TIPO DE FALLA**
- Tipo 1 : Como resultado de la falla por compresión, el cono de concreto se desmenuza en la zona de la base.
  - Tipo 2 : Como falla formada entre una losa, desplazamiento de capas verticales a través de los capos, como se fue definido en la otra base.
  - Tipo 3 : Ondas verticales asimétricas en ambas bases, como no bien formadas.
  - Tipo 4 : Fractura diagonal sin grietas en los bordes, gobernada por el ángulo de inclinación del Tipo 1.
  - Tipo 5 : Fractura de todo en las bases (superior e inferior) ocurre consistentemente con los capos de embozo.
  - Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el terminal del cono se escurrió.

*Angel Eduardo Gomez Garcia*  
ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

N° DE INFORME LEM2106RPO5

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS ° EFECTO DE LA CEMIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

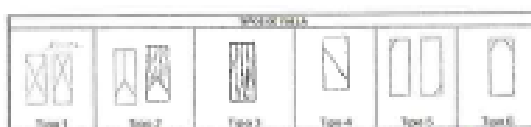
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 21 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Hrs)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (N)
N-3-1 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO5/11	2021-05-14	2021-05-21	7	5	80.91	218.88	22326	275.8	98.5
N-3-2 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO5/12	2021-05-14	2021-05-21	7	3	80.91	264.78	27090	338.7	119.2
N-3-3 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO5/13	2021-05-14	2021-05-21	7	2	80.91	225.75	23020	284.5	101.6

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



TIPO DE FALLA DE LOS CONCRETOS DE INVESTIGACIÓN

Tipo 1 : Corcha (aproximadamente bien formados), empujados laterales, intermedios 2/3mas de guiso, entre capas  
 Tipo 2 : Corcha bien formado sobre una base, desplazamiento de guiso horizontal a través de las capas, (caso no bien delimitado en la otra base)  
 Tipo 3 : Corcha verticalizada o lateralizada en ambas bases, casos no bien formados  
 Tipo 4 : Fractura diagonal sin guiso en las bases, guiso con material para diferenciar del tipo 1  
 Tipo 5 : Fractura de tipo 5 en las bases, guiso con material para diferenciar del tipo 1  
 Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 19251

**N° DE INFORME LEM2106RPO3A**

SOLICITANTE: PEDRO JUVINAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

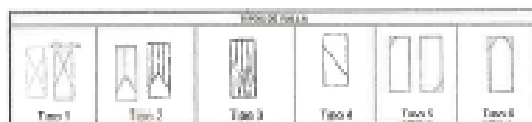
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 21 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-4-1 1.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -BESAL- PLACAS	LEM2106RPO3A/01	2021-05-14	2021-05-21	7	5	80.12	305.74	30980	261.9	93.5
M-4-2 1.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -BESAL- PLACAS	LEM2106RPO3A/02	2021-05-14	2021-05-21	7	2	80.12	195.45	19950	248.8	88.8
M-4-3 1.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -BESAL- PLACAS	LEM2106RPO3A/03	2021-05-14	2021-05-21	7	3	80.12	308.10	31230	264.9	94.6

**OBSERVACIÓN: PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.**



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA:**  
 Tipo 1: Cilindro (o cualquier otro bien formado) con ambos bases iguales de 1/4mm de espesor entre capas.  
 Tipo 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de piezas verticales a través de las capas, cuando bien delimita en la otra base.  
 Tipo 3: Cilindro verticalmente columnar en ambas bases, como se bien formado.  
 Tipo 4: Falla diagonal sin grietas en las bases, golpeado con martillo para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5: Falla de tipo vertical en las bases (pueden o no tener) cuando comúnmente con las capas de embudo.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el terminal del otro lado es acortado.

*ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP N° 75951

N° DE INFORME LEM2306RP12

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS \* EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 21 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (N)
M-7-1 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12/07	2021-05-14	2021-05-21	7	5	80.12	369.09	37640	342.5	122.3
M-7-2 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12/08	2021-05-14	2021-05-21	7	5	80.12	222.51	22890	283.2	101.1
M-7-4 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12/09	2021-05-14	2021-05-21	7	5	80.12	256.44	26150	326.4	116.6

OBSERVACIÓN: PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA (NTP 330.034)

Tipo 1: - Carga distribuida hasta la falla, en ambos lados. Menor de 2 veces de  $f_{ck}$  sobre el eje.

Tipo 2: - Carga distribuida sobre una base, desplazamiento de grutas verticales a través de las capas, como se ven definidos en la foto base.


Tipo 3: - Grutas verticales claramente en ambos lados, como se ven definidos.

Tipo 4: - Fractura diagonal sin grutas en las bases, golpea con martillo para diferenciar del Tipo 1.

Tipo 5: - Fractura de todo en la base superior o inferior ocurre conjuntamente con las capas de empuje.

Tipo 6: - Similar al Tipo 5 pero el control del cilindro es en la base.

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 73921

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRÍCOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP05A**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS \* EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 22 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-0-1 1.4% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACA	LEM2106RP05A/04	2021-05-15	2021-05-22	7	3	80.12	172.99	17640	220.2	78.6
M-0-2 1.4% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACA	LEM2106RP05A/05	2021-05-15	2021-05-22	7	5	80.12	206.72	21080	263.1	94.0
M-0-3 1.4% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACA	LEM2106RP05A/06	2021-05-15	2021-05-22	7	5	80.12	199.37	20330	253.7	90.6

**OBSERVACIÓN: PRÓBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.**



**DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS**

Tipo 1 : Carga no sostenida por los brazos. En ambas bases, ausencia de zonas de grietas entre capas

Tipo 2 : Carga bien formada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de los rajes, como se vea definido en la otra base

Tipo 3 : Grietas verticales columnares en ambas bases, como se ven formadas

Tipo 4 : Grietas diagonales en pedos en las bases, global con grietas para diferentes del Tipo 1

Tipo 5 : Grietas de lado en las bases superior o inferior, como se ven con respecto con las capas de estrado de

Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el sistema del cilindro es acortado

  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIPN° 73251

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-0-10
	NTP 359.034 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP12**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

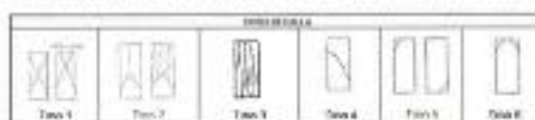
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 22 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Mes)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-4-1 1.8% ADITIVO-30% CENIZA DE ASERRIN COLUMANAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12/10	2021-05-15	2021-05-22	7	5	80.12	192.99	19680	245.6	87.7
M-9-2 1.8% ADITIVO-100% CENIZA DE ASERRIN COLUMANAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12/11	2021-05-15	2021-05-22	7	6	80.12	213.88	21810	272.2	97.2
M-9-2 1.8% ADITIVO-20% CENIZA DE ASERRIN COLUMANAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12/12	2021-05-15	2021-05-22	7	5	80.12	225.26	22970	286.7	102.4

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**RESUMEN DE LOS TIPOS DE FALLA**

Tipo 1 : Concreto especialmente bien formado, #Puntos bajos, #Puntos altos, #Puntos de gusano entre capas

Tipo 2 : Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de gusano con rotura a fondo de la capa, concreto bien definido en la otra base

Tipo 3 : Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de gusano con rotura a fondo de la capa, concreto bien definido en la otra base

Tipo 4 : Fractura vertical catenaria en ambas bases, #Puntos bajos

Tipo 5 : Fractura diagonal sin grietas en las bases, gusano con mortero para diferenciar de Tipo 1

Tipo 6 : Fractura de lado en las bases superior e inferior, ocurren raramente con los tipos de resistencia

Tipo 7 : Rotura #Tipo 6 fuera del volumen del cilindro en acabado

  
 ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIPM° 79351

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 338.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-T-10

**N° DE INFORME LEM2106RP12A**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 26 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
MA-3 CONCRETO PATRON (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/01	2021-05-12	2021-05-26	14	5	80.12	230.26	23480	293.1	104.7
MA-2 CONCRETO PATRON (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/02	2021-05-12	2021-05-26	14	5	80.12	228.69	23320	291.1	104.0
MA-1 CONCRETO PATRON (EN ADITIVO-ON CENIZA) COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/03	2021-05-12	2021-05-26	14	5	80.12	225.36	22980	286.8	102.4

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE CONCRETO**

Tipo 1 : Concreto autocompactado, bien formado, en ambas bases, dentro de 25mm de gradiente entre capas.  
 Tipo 2 : Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de granos en la cara a través de las capas, como lo tiene definido en la base.  
 Tipo 3 : Grutas verticales colonnadas en ambas bases, como se lo tiene formado.  
 Tipo 4 : Fractura diagonal en grietas en las bases, grietas por medida para direccionar del Tipo 1.  
 Tipo 5 : Fractura de lado en las bases (superior o inferior) o en el conchamiento con las capas de embotado.  
 Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el conchamiento observado es anular.

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79951

N° DE INFORME LEM2306R06

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS ° EFECTO DE LA CINIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 26 de Mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

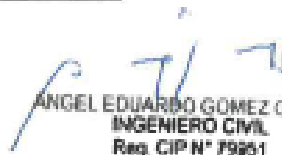
IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-1-1 0.8% DE ADITIVO + 30% DE CINIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106R06/01	2021-05-12	2021-05-26	14	3	80.12	229.87	23440	292.6	104.5
M-1-2 0.8% DE ADITIVO + 30% DE CINIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106R06/02	2021-05-12	2021-05-26	14	3	80.12	238.79	24350	303.9	108.5
M-1-3 0.8% DE ADITIVO + 30% DE CINIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106R06/03	2021-05-12	2021-05-26	14	3	80.12	267.43	27270	344.4	121.6

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



TIPO DE FALLA

- SE OBSERVÓ EN LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN:
- Tipo 1: Curva convencionalmente por formación, 4<sup>ta</sup> posición fuera, dentro del Vértice de punto entre capas.
  - Tipo 2: Curva bien formada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como la base definida en la foto base.
  - Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como en las fotos.
  - Tipo 4: Fractura diagonal (45 grados) entre bases, golpeada con martillo para dirección del Tipo 1.
  - Tipo 5: Fractura diagonal en las bases (ángulo o inferior) ocurren consistentemente con las capas de empuje.
  - Tipo 6: Similar al Tipo 3 pero el desarrollo del taladro es un cilindro.

  
ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79851





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES  
CILINDRICOS DE CONCRETO  
NTP 338.034 / ASTM C 39

Revisión: 00  
Fecha: 2019-06-17  
Código: LDM-LAQ F-10

N° DE INFORME LEM2106RP06

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

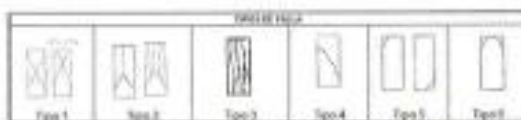
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 27 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-2-1 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06/04	2021-05-13	2021-05-27	14	2	80.12	362.46	39000	486.8	173.8
M-2-2 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06/05	2021-05-13	2021-05-27	14	2	80.12	318.91	32510	405.9	145.0
M-2-3 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06/06	2021-05-13	2021-05-27	14	2	80.12	315.38	32160	401.4	143.4

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA  
 Tipo 1: Carga normal de manera homogénea. (Fracura lateral dentro de 2cm de la parte entre capas)  
 Tipo 2: Carga normal sobre las bases, desplazamiento de grietas verticales a través de los capos, como si las bases estuvieran a la una base.  
 Tipo 3: Grietas verticales colapsaron en ambas bases, como si fueran formados.  
 Tipo 4: Fractura diagonal en gajos en las bases, guiarse con cuidado para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de embozo.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el tipo de falla ocurre en el embozo.

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 19951



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES  
CILINDRICOS DE CONCRETO  
NTP 335.034 / ASTM C 39

Revisión: 00  
Fecha: 2019-06-27  
Código: LEM-LAB-F-10

N° DE INFORME LEM2106RP12A

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

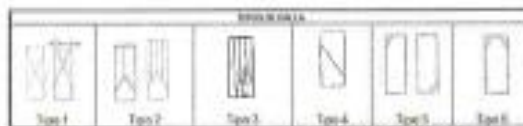
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 27 de mayo de 2021

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-3-1 0.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIDAS- PLACAS	LEM2106RP12A/01	2021-05-13	2021-05-27	14	5	80.12	235.46	24010	299.7	107.0
M-3-2 0.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIDAS- PLACAS	LEM2106RP12A/05	2021-05-13	2021-05-27	14	5	80.12	236.83	24150	301.4	107.7
M-3-3 0.8% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIDAS- PLACAS	LEM2106RP12A/06	2021-05-13	2021-05-27	14	5	80.12	241.54	24630	307.4	109.8


OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE PRUEBAS

Tipo 1: Conos radialmente bien formados, en ambos bases, menos de 25mm de grosor entre capas.  
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grava horizontal a nivel de las capas, como se bien definido en la otra base.  
Tipo 3: Grutas verticales observadas en ambas bases, conos bien formados.  
Tipo 4: Fractura diagonal de grutas en las bases, golpea con martillo para determinar de Tipo 1.  
Tipo 5: Fracturas de todo en sus bases (superior e inferior) con un cono bien formado con las capas de empujados.  
Tipo 6: Grutas de Tipo 5 pero en forma de frías de un lado.

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Resolución: 00 Fecha: 2009-06-27 Código: LEM-LAQ-F-10
	NTP 319.034 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RPO6**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS ° EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA


**FECHA:** 27 de Mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE YACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-4-1 0.6% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6/07	2021-05-13	2021-05-27	14	2	80.12	231.92	23610	289.7	96.3
M-4-2 0.6% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6/08	2021-05-13	2021-05-27	14	5	80.12	252.72	25770	321.6	114.9
M-4-3 0.6% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6/09	2021-05-13	2021-05-27	14	2	80.12	315.09	32130	401.0	143.2

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.

**TIPOS DE FALLA**



DE ACORDO CON LAS NORMAS ISO 1920-1/2/3

Tipo 1 : Concreto razonablemente bien formado, en ambas bases, menos de 75mm de grietas entre capas.  
 Tipo 2 : Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, concreto bien definido en la otra base.  
 Tipo 3 : Grietas verticales colaterales en ambas bases, concreto bien formado.  
 Tipo 4 : Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpeo con martillo para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5 : Fractura de todo en las bases, superior o inferior) cuando concuerda con las capas de entonada.  
 Tipo 6 : Similar al Tipo 5 pero el concreto del centro no es compactado.

  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 79951**

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	<b>NTP 209.004 / ASTM C 39</b>	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RPOS**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 28 de Mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	código	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-S-1 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPOS/10	2021-05-14	2021-05-28	14	2	80.12	177.01	18050	325.8	80.5
M-S-2 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPOS/11	2021-05-14	2021-05-28	14	2	80.12	302.02	30600	357.1	91.8
M-S-3 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RPOS/12	2021-05-14	2021-05-28	14	2	80.12	308.29	31240	395.1	94.7

**OBSERVACIÓN:** PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS:**  
 Tipo 1: Colón no totalmente bien compactado, 05 aristas/ángulos, presencia 20mm de grietas entre capas  
 Tipo 2: Caso bien compactado sobre una base, desplazamiento de pilotes verticales a través de las capas, concreto bien distribuido en la otra base  
 Tipo 3: Concreto mal compactado y/o vibrado en ambas bases, concreto no bien distribuido  
 Tipo 4: Fractura diagonal de grietas en los bordes, pilotes con resaca para diferenciación del Tipo 1  
 Tipo 5: Fractura de lado en las bases (superior e inferior) ocurren simultáneamente con las capas bien distribuido  
 Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro no es acabado

**ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 79951**

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 338.034 / ASTM C 29	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RP06**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS \* EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

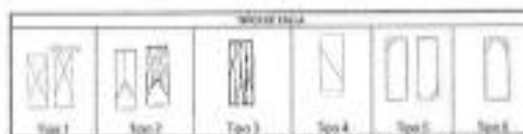
**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 28 de Mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 290 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-6-1 LEN ADITIVO + CEN. CENIZA DE ASERRIN COLUMARIAS - VIGAS - PLACAS	LEM2106RP06/13	2021-05-14	2021-05-28	14	2	80.12	259.59	30590	381.8	136.4
M-6-2 LEN ADITIVO + CEN. CENIZA DE ASERRIN COLUMARIAS - VIGAS - PLACAS	LEM2106RP06/14	2021-05-14	2021-05-28	14	2	80.12	259.19	26430	329.9	117.0
M-6-3 LEN ADITIVO + CEN. CENIZA DE ASERRIN COLUMARIAS - VIGAS - PLACAS	LEM2106RP06/15	2021-05-14	2021-05-28	14	5	80.12	253.21	25820	322.3	115.1

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS**

Tipo 1: Como se condiciona tras la rotación, en ambas bases, menos de 25mm de grueso entre capas

Tipo 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como se bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales paralelas en ambas bases, como no bien formadas

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, grietas como resultado para el momento del Tipo 1

Tipo 5: Fracturas de todo el tipo (grietas-papelera e inferiores) cuando concientemente con las capas de encofrado

Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el momento del colapso es un ángulo

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 79051**

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 338.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB P-10

**N° DE INFORME LEM2106RP12A**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS ° EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - OPTO. LIMA

**FECHA:** 28 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-7-1 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMINAS-ANGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/07	2021-05-14	2021-05-28	14	5	80.12	287.63	29330	366.1	130.7
M-7-2 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMINAS-ANGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/08	2021-05-14	2021-05-28	14	5	80.12	261.05	26620	332.3	118.7
M-7-4 0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMINAS-ANGAS-PLACAS	LEM2106RP12A/09	2021-05-14	2021-05-28	14	5	80.12	275.17	28060	350.2	125.1

**OBSERVACIÓN:** PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS**

Tipo 1: Concreto aparentemente bien formado, en ambas bases, menos de 75mm de grietas entre capas.  
 Tipo 2: Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, caras en buen estado en la otra base.  
 Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, caras bien formadas.  
 Tipo 4: Grietas verticales columnares en ambas bases, caras bien formadas.  
 Tipo 5: Fractura diagonal sin grietas en las caras, gárgola; con muestra para determinar del Tipo 1.  
 Tipo 6: Fracturas de todo o en las bases (superior o inferior) que no concuerdan con las capas de empuje.  
 Tipo 7: Similar al Tipo 5 pero el eje central del cilindro es hueco.

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 01
	NTP 235.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RP06**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS ° EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 29 de Mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 260 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-0-1 1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP06/16	2021-05-15	2021-05-29	14	2	80.12	106.92	20380	259.6	83.5
M-0-2 1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP06/17	2021-05-15	2021-05-29	14	3	80.12	239.87	24460	305.3	109.0
M-0-4 1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RP06/18	2021-05-15	2021-05-29	14	2	80.12	233.60	23830	297.4	106.2

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.

**TIPOS DE FALLA**




**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA**

Tipo 1: Comprimos homogéneos bien formados, en ambos bases, menos de 2 líneas de grietas en la capataz.  
Tipo 2: Con la base formada sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capatas, como se ven definidas en la foto base.  
Tipo 3: Grietas verticales continuas en ambas bases, como se ven formadas.  
Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, gobierno con medida por el diámetro de Tipo 1.  
Tipo 5: Fractura de lazo en las bases (superior e inferior) y como consecuencia en los capatas de rebatido.  
Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el rebatido está en el centro.

  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 79851**



	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-08-17 Código: LEM-LAB-P-00
	NTP 339-004 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP12A**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUMA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS <sup>3</sup> EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

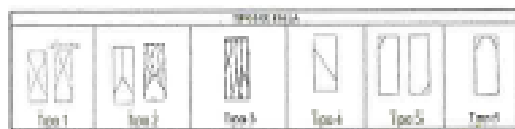
**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 29 de mayo de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 380$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
MIS-1 1.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-ARICA-PLACAS	LEM2106RP12A/09	2021-05-15	2021-05-29	14	5	80.12	242.42	24720	302.5	110.2
MIS-2 1.8% ADITIVO+18% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-ARICA-PLACAS	LEM2106RP12A/01	2021-05-15	2021-05-29	14	6	80.12	242.13	24690	302.2	110.1
MIS-2 1.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-ARICA-PLACAS	LEM2106RP12A/02	2021-05-15	2021-05-29	14	5	80.12	245.17	25000	312.0	111.4

**OBSERVACIÓN:** PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 79951

**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA**

Tipo 1 - Como usualmente bien formado, sin áreas laterales, menos de 20mm de grietas en la capa.  
 Tipo 2 - Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definida en la base.  
 Tipo 3 - Como verticales columnas en cualquier base, como no bien formadas.  
 Tipo 4 - Fractura desigual en grietas en las bases, golpea con martillo para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5 - Fractura de todo en las bases (superior o inferior) sujeta convenientemente con las capas de empujón.  
 Tipo 6 - Similar al Tipo 3 pero el terminal del cilindro es unido.



<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 335.034 / ASTM C 39	Fecha: 2010-04-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RP128**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

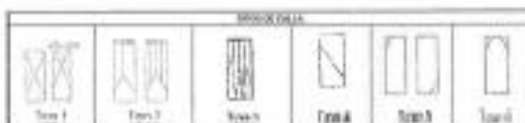
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 9 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-0-1 CONCRETO PFTRON (9% ADITIVO+CN CENIZA) COLUMNAS-VISAS- PLACAS	LEM2106RP128/01	2021-05-12	2021-06-09	28	5	80.12	256.05	26110	325.9	116.4
M-0-2 CONCRETO PFTRON (9% ADITIVO+CN CENIZA) COLUMNAS-VISAS- PLACAS	LEM2106RP128/02	2021-05-12	2021-06-09	28	5	80.12	265.66	27090	338.1	120.8
M-0-3 CONCRETO PFTRON (9% ADITIVO+CN CENIZA) COLUMNAS-VISAS- PLACAS	LEM2106RP128/03	2021-05-12	2021-06-09	28	5	80.12	254.78	25980	324.1	115.8

**OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.**



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE PROBETAS**  
 Tipo 1: Cono (normalmente) con tope superior y base inferior, marcado el centro de gravedad en la base.  
 Tipo 2: Cono con base formada sobre una base, desplazamiento de gresca verticalmente a mitad de la altura, cono con tope definido en la base.  
 Tipo 3: Cono con tope superior y base inferior, gresca en la base, cono con tope formado.  
 Tipo 4: Prisma diagonal en gresca en la base, gresca con núcleo con definición del Tipo 1.  
 Tipo 5: Prisma de lado en la base superior e inferior, cono con tope con definición con los toques de embudo.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el tope superior del tope es acotado.

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 75951

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 338.024 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-1-12

**N° DE INFORME LEM0106RP06A**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**TESIS:** EFFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 9 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 200$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Mes)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-1-1 0.8% DE ADITIVO + 50% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VISAG-RURCAS	LEM0106RP06A/01	2021-05-12	2021-06-09	28	5	80.12	281.35	28690	358.1	127.9
M-1-2 0.8% DE ADITIVO + 50% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VISAG-RURCAS	LEM0106RP06A/02	2021-05-12	2021-06-09	28	3	80.12	283.80	28940	361.2	129.0
M-1-3 0.8% DE ADITIVO + 50% DE CENIZA DE ASERRIN COLUMBIAS-VISAG-RURCAS	LEM0106RP06A/03	2021-05-12	2021-06-09	28	5	80.12	308.87	30680	382.9	136.8

**OBSERVACIÓN:** PRÓBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**LE MUESTRA DE LOS TIPOS DE FALLAS:**

Tipo 1: Como normalmente bien formado, en ambos lados, dentro de 20mm de grueso entre capas

Tipo 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de juntas verticales a través de las capas, como bien definido en la base

Tipo 3: Como mal formado coherentemente en ambos lados, fractura bien formada

Tipo 4: Fractura diagonal sin juntas en la base; golpea con martillo para diferenciar del Tipo 1

Tipo 5: Fractura de todo en las juntas (superior o inferior) coherentemente con las capas de emboque

Tipo 6: Similar al Tipo 5, pero fractura en el emboque

*ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 19051

**N° DE INFORME LEM3106RPOGA**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS ° EFECTO DE LA CINIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 10 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f'_{c} = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VADADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Mes)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-2-1 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VEGAS- PLACAS	LEM3106RPOGA/04	2021-05-13	2021-05-10	28	5	80.12	351.48	35510	458.3	178.0
M-2-2 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VEGAS- PLACAS	LEM3106RPOGA/05	2021-05-13	2021-05-10	28	3	80.12	361.47	36860	460.1	184.9
M-2-4 1.4% ADITIVO+0% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VEGAS- PLACAS	LEM3106RPOGA/06	2021-05-13	2021-05-10	28	2	80.12	222.52	22670	283.0	101.1

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**RECEPCIÓN DE LOS TIPOS DE FRACCIÓN**

Tipo 1 : Concreto poco compactado (bien formado), en ambas bases, áreas de 20cm<sup>2</sup> de grietas entre capas  
 Tipo 2 : Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, concreto bien definido en la otra base  
 Tipo 3 : Líneas verticales (algunas en ambas bases), concreto bien formado  
 Tipo 4 : Fractura diagonal en grietas en las bases, pulvira (con material para dilatarla) del Tipo 1  
 Tipo 5 : Fractura de lecho en las bases (superior inferior) coherente con las capas de encofrado  
 Tipo 6 : Similar al Tipo 1 pero el material de agregados es adecuado

*ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79651

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	NTP 209.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM210ERP128**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS \* EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR-TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 10 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-3-1 0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM210ERP128/04	2021-05-13	2021-05-30	28	5	80.12	274.59	28000	343.5	124.8
M-3-2 0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM210ERP128/05	2021-05-13	2021-05-30	28	5	80.12	275.76	28120	351.0	125.3
M-3-3 0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM210ERP128/06	2021-05-13	2021-05-30	28	5	80.12	278.12	28390	354.0	126.4


OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**RECOMENDACIONES DE LOS TIPOS DE PROBETA**

Tipo 1: Cilindro acrobombado con forjados, en ambas bases, ómnico de 25mm de grueso entre capas.  
 Tipo 2: Cilindro formado sobre una base de apilamiento de grutas verticales a todo de los capos, como se vea definido en la otra base.  
 Tipo 3: Cilindro verticales cilindrados en ambas bases, como se vea forjados.  
 Tipo 4: Prisma rectangular con grutas en los laterales, grutas con medida para alineación del Tipo 1.  
 Tipo 5: Prisma de todo en las bases (superior e inferior) ocales consistentemente con las capas de embozado.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el terminal del ocales es acrobombado.

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 71951

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10
	NTP 339.024 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP06A**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS ° EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDGANTE SR -TR 901 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 10 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-4-3 0.8% ADITIVO+1.5% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -W845- PLACAS	LEM2106RP06A/07	2021-05-13	2021-06-10	28	5	80.12	225.96	22960	286.8	102.4
M-4-3 0.8% ADITIVO+1.5% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -W845- PLACAS	LEM2106RP06A/08	2021-05-13	2021-06-10	28	3	80.12	277.63	28310	353.4	126.2
M-4-3 0.8% ADITIVO+1.5% CENIZA DE ASERRIN COLUMBAS -W845- PLACAS	LEM2106RP06A/09	2021-05-13	2021-06-10	28	3	80.12	329.60	33610	419.5	149.8

OBSERVACIÓN: PRÓBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**ESPECIFICACIONES DE LOS ESPECÍMENES**

Tipo 1: Cones verticales tipo de formación, en ASERIN MADERA, W845-08 (Ceniza de ASERRIN) y en capas.  
 Tipo 2: Cones tipo de formación con una línea, desplazamiento de gases con calor a nivel de las capas, concreto bien definido entre las capas.  
 Tipo 3: Conos verticales columnares en ambas caras, cono en base formado.  
 Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, grietas en el núcleo para liberación del Tipo 1.  
 Tipo 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren consistentemente con las capas de embudo.  
 Tipo 6: Igual al Tipo 5 pero el tamaño del núcleo es ajustado.

  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CPN° 19851

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Paralelo: 00
	<b>NTP 303.034 / ASTM C 39</b>	Fecha: 2021-06-17 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RPO6A**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUMA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 11 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
MIS-1 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6A/10	2021-05-14	2021-06-11	28	3	80.12	230.65	23500	280.8	100.3
MIS-2 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6A/11	2021-05-14	2021-06-11	28	2	80.12	225.36	22980	280.8	102.4
MIS-3 1.4% ADITIVO-15% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS-PLACAS	LEM2106RPO6A/12	2021-05-14	2021-06-11	28	5	80.12	224.28	22870	285.5	101.9

**OBSERVACIÓN:** PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LOS TIPOS DE FALLA:**

Tipo 1: Concreto horizontalmente bien formado, en ambos bases, menos de 25mm de grietas entre capas

Tipo 2: Concreto bien formado sobre una base, después de un tiempo de grietas verticales o rasca de las capas, pero se bien definido en la otra base

Tipo 3: Líneas verticales, columnares en ambas bases, concreto bien formado

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpeado con martillo para diferenciar del Tipo 1

Tipo 5: Fractura de lado entre bases (superior o inferior) ocurren raramente con las capas de estratificación

Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero al terminal del cilindro acortado

**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
**INGENIERO CIVIL,**  
**Reg. CIP N° 79951**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES  
CILINDRICOS DE CONCRETO**

Revisión: 00  
Fecha: 2020-06-27  
Código: LIMA-LAB-P-00

NTP 339.024 / ASTM C 39

**N° DE INFORME LEM2106RPO6A**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CINZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

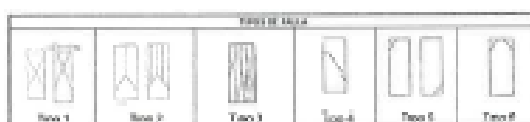
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 11 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD [días]	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-6-1 1.8% ADITIVO-15% CINZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO6A/13	2021-05-14	2021-06-11	28	2	80.12	311.17	31730	396.0	141.4
M-6-2 1.8% ADITIVO-15% CINZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO6A/14	2021-05-14	2021-06-11	28	5	80.12	314.99	32120	400.9	143.2
M-6-3 1.8% ADITIVO-15% CINZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RPO6A/15	2021-05-14	2021-06-11	28	3	80.12	314.30	32050	400.0	142.9

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA:**  
 Tipo 1: Conos casi perfectamente bien formados, en ambos lados, menos de 20mm de grietas entre capas.  
 Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como se vea definido en la otra base.  
 Tipo 3: Grietas verticales casi iguales en ambas bases, como se vea formadas.  
 Tipo 4: Grietas diagonales casi iguales en las bases, golpea con martillo para diferenciar del Tipo 1.  
 Tipo 5: Grietas de lado en las bases superior o inferior ocurren comúnmente con las capas de empujadas.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5, pero el formato del cilindro es acortado.

*ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP N° 75651

<b>LEMICONS</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00
	<b>NTP 339.024 / ASTM C 39</b>	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**N° DE INFORME LEM2106RP128**

**SOLICITANTE:** PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

**OBRA:** TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

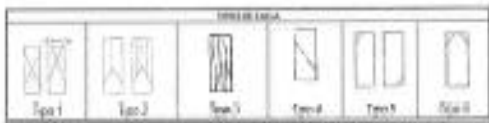
**UBICACIÓN:** PROV. LIMA - DPTO. LIMA

**FECHA:** 11 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-3-1 0.8% ADITIVO-10% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-REDES-PLACAS	LEM2106RP120/07	2021-05-14	2021-06-11	28	5	80.12	314.89	32130	400.8	143.1
M-3-2 0.8% ADITIVO-10% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-REDES-PLACAS	LEM2106RP128/08	2021-05-14	2021-06-11	28	5	80.12	291.55	29730	371.1	132.5
M-3-3 0.8% ADITIVO-10% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-REDES-PLACAS	LEM2106RP120/09	2021-05-14	2021-06-11	28	5	80.12	299.69	30560	381.4	136.2

**OBSERVACIÓN:** PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS:**

Tipo 1: Concreto compactado bien vibrado, en ambas caras, dentro de 25mm de grueso entre 100mm

Tipo 2: Concreto compactado sobre sus bases, desplazamiento de juntas verticales a través de las capas, concreto bien definido en la cara base

Tipo 3: Ondas verticales continuas en ambas bases, concreto bien compactado

Tipo 4: Fractura diagonal en grueso en la base, gubarras con escoria para dimensionar del Tipo 1

Tipo 5: Fractura de lado en la base superior o inferior, ocurre normalmente con las capas de embozado

Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el terminal del concreto es acortado

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951





**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES  
CILINDRICOS DE CONCRETO**

NTP 333.034 / ASTM C 39

Resión: 05  
Fecha: 2021-06-27  
Código: LCM-LAB-P-10

N° DE INFORME LEM2106RP06A

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUNA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO 2 FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

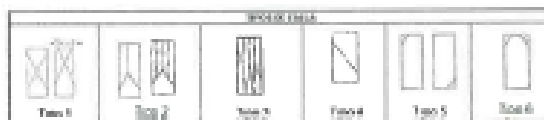
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 12 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PRUEBAS DE CONCRETO -  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$**


IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-B-1 1.4% ADITIVO-30% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06A/06	2021-05-15	2021-06-12	28	3	80.12	332.02	33640	382.6	100.9
M-B-2 1.4% ADITIVO-30% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06A/07	2021-05-15	2021-06-12	28	2	80.12	286.26	29190	364.3	130.1
M-B-3 1.4% ADITIVO-30% CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS -VIGAS- PLACAS	LEM2106RP06A/08	2021-05-15	2021-06-12	28	3	80.12	285.18	29080	363.0	129.6

OBSERVACIÓN: PRUEBA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



- DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLA:**
- Tipo 1: Conos perfectamente bien formados, en ambos frentes, marcando el eje de gravedad entre capas.
  - Tipo 2: Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de gravas verticales a través de las capas, como se ilustra definido en la foto base.
  - Tipo 3: Gravas verticales columnares en ambos frentes, conos mal formados.
  - Tipo 4: Fallas diagonales en gravas entre frentes golpearse con martillo para diferenciar del Tipo 1.
  - Tipo 5: Fallas de lado en las bases (superior inferior) ocurren simultáneamente con las capas de concreto.
  - Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el terminal del frente es acortado.

ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CLINDRICOS DE CONCRETO</b>	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**N° DE INFORME LEM2106RP12R**

SOLICITANTE: PEDRO JUVENAL TANTARUMA ENCARNACION

OBRA: TESIS " EFECTO DE LA CENIZA DE ASERRIN DE MADERA Y EL ADITIVO Z FLUIDIZANTE SR -TR 931 EN LA RESISTENCIA Y VISCOSIDAD DEL CONCRETO AUTOCOMPACTADO

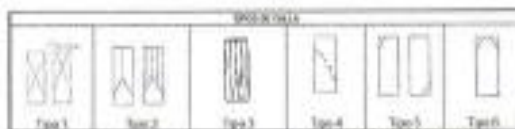
UBICACIÓN: PROV. LIMA - DPTO. LIMA

FECHA: 12 de junio de 2021

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE CONCRETO -  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	TIPO DE FALLA	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kN)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
M-0-1 1.8% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12R/10	2021-05-15	2021-06-12	28	5	80.12	202.52	20870	372.8	133.2
M-0-2 1.8% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12R/11	2021-05-15	2021-06-12	28	5	80.12	253.22	25900	373.2	133.3
M-0-2 1.8% ADITIVO-ZON CENIZA DE ASERRIN COLUMNAS-VIGAS- PLACAS	LEM2106RP12R/12	2021-05-15	2021-06-12	28	5	80.12	290.37	29610	369.6	132.0

OBSERVACIÓN: PROBETA MUESTREADA E IDENTIFICADA POR EL SOLICITANTE.



**RECONOCIMIENTO DE LOS TIPOS DE FALLA**

Tipo 1: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 2 líneas diagonales entre ejes.  
 Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de conos verticales a través de las capas, cono en base definido en la otra base.  
 Tipo 3: Líneas verticales relativamente en ambas bases, conos no bien formados.  
 Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en los bordes, grietas horizontales que se diferencian del Tipo 1.  
 Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren consecutivamente con las capas de encofrado.  
 Tipo 6: Similar al Tipo 5 pero el terminal del cilindro no es acabado.

  
**ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 79951

## Anexo 6. Certificados de ensayos a flexión (módulo de rotura)



**JJ GEOTECNIA SAC**  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tel: (01) 832-9183  
Cel: 980700014 / 947280360  
Av. A, Mz. 48, L.J. 17, Anco. Armando Villanueva  
Al. Universitaria cdra 59, Villafra - Los Olivos - Lima  
info@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>FORMATO</b>	Código	MS-FC-124
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
	Fecha	30-04-2021
	Página	1 de 1

TEMA	EFECTOS DE CONDICIONES DE MADURA Y ACTIVO 2 FLUIDIZANTE 94-TRW1 EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	P. Tamariz
SOLICITANTE	PEDRO JUVENAL TANTARUMA ENCARNACION	REVISADO POR	D. Castro
CODIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENVÍO	16/05/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	LIMA	TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/05/2021		

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Especímenes prismáticos
Peso de muestra	200 kg/m <sup>3</sup>

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN / M-0	12/05/2021	19/05/2021	7 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN / M-0	12/05/2021	19/05/2021	7 días	3	48.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN / M-0	13/05/2021	30/05/2021	14 días	3	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN / M-0	13/05/2021	30/05/2021	14 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN / M-0	13/05/2021	09/06/2021	26 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN / M-0	13/05/2021	09/06/2021	26 días	3	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proposicionales por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA SAC.

<b>Emisora por:</b> 	<b>Revisado por:</b>  P. Tantaruma Encarnación Ing. Civil en Ingeniería de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  D. Castro Control de Calidad MTL GEOTECNIA
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

FORMATO		Código	SE-PO-124
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIAS	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Version	01
		Fecha	30.04.2021
		Formato	1 de 1
TEMA	ESECTOS DE CENZAS DE MADERA Y ADITIVO 2 FLUJIDANTE BR-TR01 EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	R. Tassayco
COLITANTE	PROYECTO JUVENIL TANTARUMA ENCARNACION	REVISADO POR	D. Costo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO	16/05/2021
UBICACIÓN DEL PROYECTO	LIMA	TURNO	Diurno
FECHA DE CREACIÓN	11/05/2021		
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Experimentos preliminares		
Peso de diseño	200 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VAGIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LÍM LIMBE	MÓDULO DE ROTURA
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	19/05/2021	7 días	2	45.8	38 kg/cm <sup>2</sup>
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	19/05/2021	7 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	26/05/2021	14 días	3	48.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	26/05/2021	14 días	2	46.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	30/05/2021	20 días	3	48.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-1 0.0% DE ADITIVO + 10% DE CENZA DE ASERRIN	12/05/2021	30/05/2021	20 días	2	48.0	44 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Representativas por el solicitante
- \* Los resultados concuerdan con las determinaciones hechas en la zona de ensayo
- \* Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		FORMATO	Código	AS-PO-138
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO			Revisión	01
			Fecha	20-04-2018
			Plano	1 de 1
TÍTULO	EFFECTOS DE CENZAS DE MADERA Y ADITIVO 2 FLUIDOANTE SR-109H EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	F. Irujo	
SOLICITANTE	PEDRO JAVIERA, TANTARUNA ENCARNACION	REVISADO POR	D. Castro	
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO	30/05/2021	
UBICACIÓN DE PROYECTO	UMA	TURNO	Diurno	
FECHA DE EMISIÓN	11/05/2021			
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Especímenes prismáticos			
F <sub>t</sub> de diseño	280 kg/cm <sup>2</sup>			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C19

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-2 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	20/05/2021	7 días	2	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	20/05/2021	7 días	3	45.0	39 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	27/05/2021	14 días	2	45.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	27/05/2021	14 días	3	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	10/06/2021	28 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
M-2 / 1.4 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	10/06/2021	28 días	3	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionalizadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYOS MATERIALES	FORMATO	Código	MS-PO-034
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	06-06-2019
		Formato	1 de 1

TÍTULO	EFECTOS DE CONJUNTO DE MADERA Y ADITIVO 2 FLUCIDANTE 60-TR031 EN LA HORMIGÓN	REALIZADO POR :	P. Taseyro
SOLUCIONANTE	RECDO. AVENA, TANTARUNA ENCARNAION	REVISADO POR :	D. Coto
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO :	30/05/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	UMK	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/06/2021		

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Espectrometro piramidal
Po de diseño	280 kg/cm <sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTR C19**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUE LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	19/05/2021	28/05/2021	7 días	1	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	19/05/2021	29/05/2021	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	21/05/2021	14 días	2	45.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	21/05/2021	14 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	10/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 / 1.8 % DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	10/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra Preparada por el solicitante
- \* Las Muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AB-PO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30.04.2018
		Página	1 de 1

TÍTULO	ESECTOS DE CENIZA DE MADERA Y ADITIVO Z FLUIDIZANTE (S-TRIP) EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	P. Tellezo
SOLICITANTE	PROYECTO ANUAL TANTARUNA ENCARNICACION	REVISADO POR	O. Coiro
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE EMISIÓN	20/06/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	LIMA	TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	1/06/2021		

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Espequeles primarios
Fc de diseño	380 kg/cm <sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE SACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LIZ LIMPE	MÓDULO DE ROTURA
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	20/05/2021	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	20/05/2021	7 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	27/05/2021	14 días	2	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	27/05/2021	14 días	2	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	13/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
M-4 / 0.8 % DE ADITIVO + 15% DE CENIZA DE ASERRIN	13/05/2021	13/06/2021	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- 1. Muestra Proposicional para el solicitante.
- 2. Las muestras cumplen con las observaciones dadas en la norma de ensayo.
- 3. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

FORMATO	CÓDIGO	ALTO (CM)
<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	W601	91
	Fecha	30-04-2021
	Formato	1 de 1

TIPO DE PRUEBA	EFECTOS DE CONJUNTO DE MATERIA Y ADITIVO 2 FLUIDO EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	F. Tascayo
SOLICITANTE	PEDRO JAVIERAL SANTARUNA INCARNACION	REVISADO POR	D. Conde
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO	21/05/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	UMA	TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/05/2021		

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Especímenes prismáticos
Procedencia	PRE-ESTRUCTURA

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTRICTE**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LIT/LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	21/05/2021	7 días	1	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	21/05/2021	7 días	1	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	28/05/2021	14 días	2	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	28/05/2021	14 días	2	45.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	11/06/2021	28 días	1	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>
M-5/14% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	11/06/2021	28 días	1	45.0	46 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplieron con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA SAC.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIAL		FORMATO	Código	AE-PO-124
		<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Paño	1 de 1
TÍTULO	EFECTOS DE CENZAS DE MADERA Y ADITIVO Z-FLUIDANTE 99-TR33P EN LA RESISTENCIA		REALIZADO POR	P. Tazayo
BOLETINTE	PEDRO JUVINAL, TANTARINA PUNARVICEN		REVISADO POR	D. COBO
CÓDIGO DE PROYECTO	—		FECHA DE DISEÑO	21/05/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	UMA		TUBO	Duro
FECHA DE ENVÍO	11/05/2021			
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Especímenes prismáticos			
Peso de ensayo	200 kg/m <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE SACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	21/05/2021	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	31/05/2021	17 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	28/06/2021	14 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	28/05/2021	14 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	11/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-6 / 1.8 % DE ADITIVO + 1% DE CENIZA DE ASERRIN	14/05/2021	11/06/2021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra Proporcional por el sustituto
- \* Las Pruebas cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad / MTL GEOTECNIA</b>

FORMATO		Código	AE-PO 136
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Revisión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
TITULO	EFFECTOS DE CENZAS DE MADERA Y ADITIVO 2 FLUIDIZANTE (SR-198M) EN LA RESISTENCIA	ELABORADO POR	F. Tassano
SOLICITANTE	PEDRO AZUBUAL, EMATERIA ENCARNAACION	REVISADO POR	D. Coche
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO	18052021
UBICACIÓN DE PROYECTO	LIMA	TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/05/2021		
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Resolinas prismáticas		
Peso de diseño	280 kg/cm <sup>2</sup>		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-3 0.0% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	18052021	7 días	3	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
M-3 0.0% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	18052021	7 días	3	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 0.0% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	30052021	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 0.0% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	30052021	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 0.0% DE ADITIVO + 30% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	30052021	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
M-10 0.0% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	13052021	30052021	28 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- \* Nivel de Proporción por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Pruebas a reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	MEFD-04
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	20-04-2019
		Hoja	1 de 1

TÍTULO	EFECTOS DE CENizas DE MADERA Y ADITIVO 2 FLUIDOANTE SR-TRO2 EN LA RESISTENCIA		REALIZADO POR	P. TAMAYO
SOLICITANTE	DISEÑO (NORMA) TANTARIMA INCARNACION		REVISADO POR	D. CUSO
CÓDIGO DE PROYECTO	---		FECHA DE ENSAYO	20/06/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	LIMA		TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/06/2021			

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Especímenes prismáticos
Peso de muestra	300 kg/m <sup>3</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C178

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	22/05/2021	7 días	2	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	22/05/2021	7 días	3	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	28/05/2021	14 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	28/05/2021	14 días	3	45.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	13/06/2021	30 días	2	45.0	46 kg/cm <sup>2</sup>
M-8 1.4% DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	13/06/2021	30 días	2	45.0	46 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- \* Muestra Proporcionada por el solicitante
- \* Las muestras cumplieron las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PQ-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Revisión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TÍTULO	EFFECTOS DE CENizas DE MADERA Y ADITIVO Z FLUIDIZANTE EN TRES EN LA RESISTENCIA	REALIZADO POR	F. Tassay
SOLICITANTE	PEDRO JUVENAL TAMAYUNA ENCARNACION	REVISADO POR	D. COIM
CÓDIGO DE PROYECTO	---	FECHA DE ENSAYO	22/03/201
UBICACIÓN DE PROYECTO	UMA	TURNO	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	11/06/201		

Tipo de muestra	Concreto endurecido
Presentación	Especímenes prismáticos
Fu de diseño	250 kg/cm <sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	22/05/2021	7 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	23/05/2021	7 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	19/05/2021	26/05/2021	14 días	2	45.0	44 kg/cm <sup>2</sup>
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	19/05/2021	26/05/2021	14 días	3	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	15/05/2021	12/06/2021	30 días	1	45.0	47 kg/cm <sup>2</sup>
M-91 1.8 % DE ADITIVO + 20% DE CENIZA DE ASERRIN	19/05/2021	13/06/2021	25 días	1	45.0	47 kg/cm <sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- \* Muestra Proporcionalmente el sistema.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



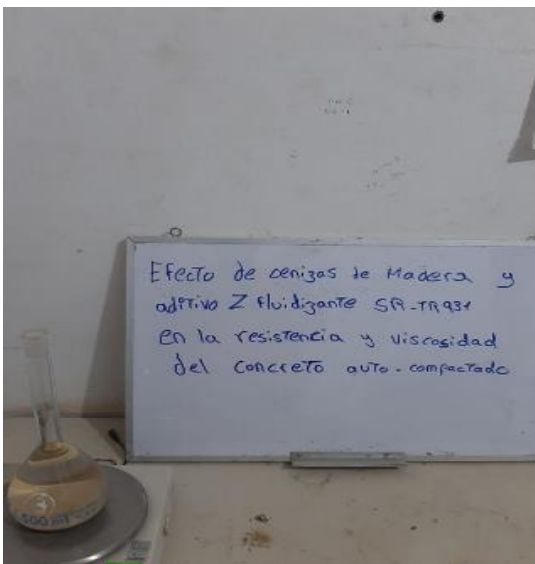
## Anexo 7. Panel fotográfico

1. Aserrín de madera y calderos para la obtención de la ceniza de aserrín de madera



2. Caracterización de los agregados





### 3. Prueba de asentamiento del concreto patron



#### 4. Prueba de asentamiento del concreto autocompactado



#### 5. Obtencion de los testigos para las pruebas de resistencia a la compresión



#### 6. Rotura de las probetas de resistencia a la compresión



<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
		Fecha: 2019-06-27
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PRUEBAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/02  
M-0-2  
CONCRETO PATRON (0% ADITIVO+0% CENIZA)  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
		Fecha: 2019-06-27
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PRUEBAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/01  
M-0-1  
CONCRETO PATRON (0% ADITIVO+0% CENIZA)  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
		Fecha: 2019-06-27
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PRUEBAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/03  
M-0-3  
CONCRETO PATRON (0% ADITIVO+0% CENIZA)  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
		Fecha: 2019-06-27
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PRUEBAS**

N° DE INFORME LEM2106RP05/01  
M-1-1  
0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951



<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/02  
M-1-2  
0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS -VIGAS- PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/03  
M-1-3  
0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS -VIGAS- PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/04  
M-1-4  
0.8% DE ADITIVO + 10% DE CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS -VIGAS- PLACAS

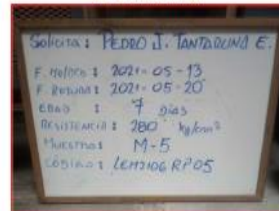


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/05  
M-2-1  
1.4% ADITIVO + 10% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS -VIGAS- PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/06  
M-2-2  
1.4% ADITIVO+10% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS

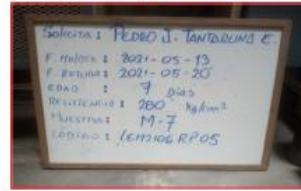


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CPN N° 79261

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/07  
M-2-3  
1.4% ADITIVO+10% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CPN N° 79261

Plaza Suelo: LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517807088 / Dirección Legal: Calle Tiroso No. 7 Lote 27 Coop. Huaypapallera, Los Olivos - Lima  
Tel: 94030703 / 002-4552

3 de 4

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106R12/05  
M-3-2  
0.8% ADITIVO+10% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CPN N° 79261

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106R12/06  
M-3-3  
0.8% ADITIVO+10% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CPN N° 79261

Plaza Suelo: LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517807088 / Dirección Legal: Calle Tiroso No. 7 Lote 27 Coop. Huaypapallera, Los Olivos - Lima  
Tel: 94030703 / 002-4552

3 de 4

Plaza Suelo: LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517807088 / Dirección Legal: Calle Tiroso No. 7 Lote 27 Coop. Huaypapallera, Los Olivos - Lima  
Tel: 94030703 / 002-4552

4 de 4

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 239.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27
		Código: LEM-LAB-F-10

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 239.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27
		Código: LEM-LAB-F-11

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP05/08  
M-4-1  
0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



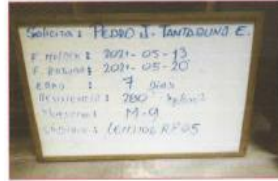
ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 19951

Razón Social LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517607088 / Domicilio Legal: Calle Triunfo N° 2, Lote 27 Coop. Huaypapellán, Los Olivos - Lima  
Tel.: 94426703 / 652-6558

2 de 4

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP05/09  
M-4-2  
0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 19951

Razón Social LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517607088 / Domicilio Legal: Calle Triunfo N° 2, Lote 27 Coop. Huaypapellán, Los Olivos - Lima  
Tel.: 94426703 / 652-6558

3 de 4

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 239.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27
		Código: LEM-LAB-F-10

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 239.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27
		Código: LEM-LAB-F-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP05/10  
M-4-3  
0.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 19951

Razón Social LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517607088 / Domicilio Legal: Calle Triunfo N° 2, Lote 27 Coop. Huaypapellán, Los Olivos - Lima  
Tel.: 94426703 / 652-6558

4 de 4

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP05/11  
M-5-1  
1.4% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 19951

Razón Social LEMICONS S.R.L. / RUC: 20517607088 / Domicilio Legal: Calle Triunfo N° 2, Lote 27 Coop. Huaypapellán, Los Olivos - Lima  
Tel.: 94426703 / 652-6558

2 de 4

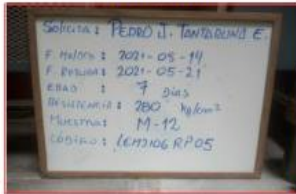


<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/12  
M-5-2  
1.4% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPOS/13  
M-5-3  
1.4% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



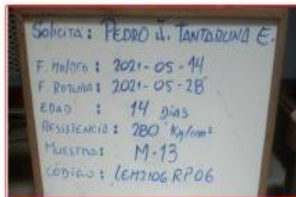
ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

**ROTURA DE PROBETAS**

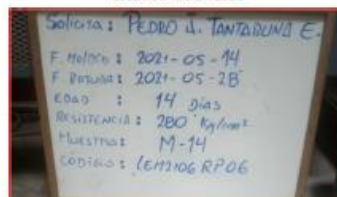
N° DE INFORME LEM2106RPO6/13  
M-6-1  
1.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RPO6/14  
M-6-2  
1.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-4-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP04/15  
M-6-3  
1.8% ADITIVO+15% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-4-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/07  
M-7-1  
0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS

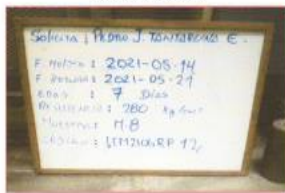


ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-4-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/08  
M-7-2  
0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00 Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-LAB-4-10
	NTP 339.034 / ASTM C 39	

**ROTURA DE PROBETAS**

N° DE INFORME LEM2106RP12/09  
M-7-3  
0.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS

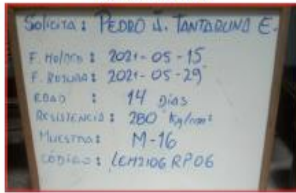


ANGEL EDUARDO GÓMEZ GARCÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2021-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

ROTURA DE PROBETAS

N° DE INFORME LEM2106RP06/16  
M-8-1  
1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2021-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

ROTURA DE PROBETAS

N° DE INFORME LEM2106RP06/17  
M-8-2  
1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS

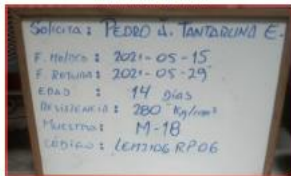


ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2021-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

ROTURA DE PROBETAS

N° DE INFORME LEM2106RP06/18  
M-8-3  
1.4% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2021-06-27 Código: LEM-LAB-F-10

ROTURA DE PROBETAS

N° DE INFORME LEM2106RP12/10  
M-9-1  
1.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN  
COLUMNAS-VIGAS-PLACAS



ANGEL EDUARDO GOMEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 79951



<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

<b>LEMICONS</b>	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Revisión: 00
	NTP 339.034 / ASTM C 39	Fecha: 2019-06-27 Código: LEM-IAB-4-10

**ROTURA DE PROBETAS**  
**N° DE INFORME LEM2106RP12/11**  
**M-9-2**  
**1.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN**  
**COLUMNAS-VIGAS-PLACAS**



*7/11*  
 ANGELE EDUARDO GOMEZ GARCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 79881

**ROTURA DE PROBETAS**  
**N° DE INFORME LEM2106RP12/12**  
**M-9-2**  
**1.8% ADITIVO+20% CENIZA DE ASERRIN**  
**COLUMNAS-VIGAS-PLACAS**



*7/11*  
 ANGELE EDUARDO GOMEZ GARCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP N° 79881

7. Ansa en el embudo V



8. Ensayos en la caja L



9. Ensayos a flexión de vigas





## Anexo 8. Declaratoria de autenticidad

### Declaratoria de autenticidad

Yo, Pedro Juvenal Tantaruna Encarnación, con DNI: 09646841, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada "Efecto de cenizas de aserrín de madera y aditivo Z Fluidizante SR-TR931, en la resistencia y viscosidad del concreto auto-compactado", declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse datos falsos, información sin citar a autores, o auto plagio o haber hecho uso ilegal de información ajena, o representar falsamente las ideas de otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiénome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Julio del 2021

  
Pedro Juvenal Tantaruna Encarnación  
DNI 09646841

## Anexo 9. Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos