



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Incidencia de adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021**

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

**AUTORES:**

Cabrera Chirinos, David Ronaldo (<https://orcid.org/0000-0002-3484-5197>)

Mayo Sanchez, Matt Brando (<https://orcid.org/0000-0003-0129-4269>)

**ASESOR:**

Mgtr. Reynoso Oscanoa, Javier (<https://orcid.org/0000-0002-1002-0457>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida, por darnos fortaleza durante estos años de estudio.

A familiares, amigos, seres queridos que nos ayudaron dando fuerzas de manera directa e indirecta y han sido el motor para seguir adelante

## AGRADECIMIENTO

A la empresa MYJ, AAA y los proveedores de insumos de las empresas mencionadas por la facilidad para la recolección de materiales.

Se agradece a los ingenieros, trabajadores de laboratorio para ayudarnos con el avance de los trabajos y la disponibilidad del tiempo del laboratorio

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2 Variable y operacionalización .....	20
3.3 Población (criterio de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.5 Procedimientos .....	25
3.6 Método de análisis de datos .....	29
3.7 Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS .....	31
4.1. Generalidades.....	31
4.2. Ensayo para determinar las propiedades físicas .....	41
4.3. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas .....	44
4.4. Contrastación de hipótesis.....	48
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Diseño de Investigación</i> .....	18
Tabla 2. <i>Número de Muestras</i> .....	23
Tabla 3. <i>Propiedades físicas y químicas del cemento sol</i> .....	31
Tabla 4. <i>Propiedades físicas del aluminio</i> .....	32
Tabla 5. <i>Diseño de mezcla patrón</i> .....	33
Tabla 6. <i>Proporción de mezcla con la adición de aluminio</i> .....	33
Tabla 7. <i>Gravedad específica y absorción de agregado grueso ASTM C-127</i> .....	35
Tabla 8. <i>Gravedad específica y absorción de agregado fino ASTM C-128</i> .....	36
Tabla 9. <i>Peso Unitario suelto del agregado grueso ASTM C-29</i> .....	36
Tabla 10. <i>Peso Unitario suelto del agregado fino ASTM C-29</i> .....	37
Tabla 11. <i>Peso unitario suelto del aluminio a utilizar</i> .....	37
Tabla 12. <i>Análisis granulométrico de agregado grueso</i> .....	38
Tabla 13. <i>Análisis granulométrico de agregado fino</i> .....	39
Tabla 14. <i>Análisis granulométrico del material de aluminio</i> .....	40
Tabla 15. <i>Comparación de ensayo de consistencia</i> .....	41
Tabla 16. <i>Peso unitario de muestra patrón</i> .....	41
Tabla 17. <i>Peso unitario de muestra con adición al 1% de aluminio</i> .....	42
Tabla 18. <i>Peso unitario de muestra con adición al 3% de aluminio</i> .....	42
Tabla 19. <i>Peso unitario de muestra con adición al 5% de aluminio</i> .....	43
Tabla 20. <i>Resumen de ensayo de compresión a los 7 días</i> .....	44
Tabla 21. <i>Resumen de ensayo de compresión a los 14 días</i> .....	45
Tabla 22. <i>Resumen de ensayo de compresión a los 28 días</i> .....	46
Tabla 23. <i>Resumen de ensayo de flexión a los 28 días</i> .....	47
Tabla 24. <i>Prueba de normalidad de densidad de muestras</i> .....	49
Tabla 25. <i>Prueba de homogeneidad de varianzas</i> .....	50

Tabla 26. <i>Anova de un factor</i> .....	50
Tabla 27. <i>Prueba de normalidad de ensayo a compresión</i> .....	52
Tabla 28. <i>Prueba de homogeneidad de varianzas</i> .....	52
Tabla 29. <i>Anova de un factor</i> .....	53
Tabla 30. <i>Comparación múltiple por Schelfé</i> .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Curva granulométrica de agregado grueso .....	38
<i>Figura 2.</i> Curva granulométrica de agregado fino .....	39
<i>Figura 3.</i> Curva granulométrica del aluminio .....	40
<i>Figura 4.</i> Gráfica de los resultados obtenidos a los 7 días de rotura.....	44
<i>Figura 5.</i> Gráfica de los resultados obtenidos a los 14 días de rotura.....	45
<i>Figura 6.</i> Gráfica de los resultados obtenidos a los 28 días de rotura.....	46
<i>Figura 7.</i> Gráfica de los resultados obtenidos a los 28 días de rotura.....	47

## RESUMEN

En la presente investigación, se tuvo como objetivo el poder analizar la incidencia que sucede cuando se implementa el aluminio en partículas al concreto y ver su reacción en las propiedades físico-mecánicas de este mismo, para así lograr obtener mejores o iguales resultados al diseño patrón. a la vez teniendo en cuenta los objetivos específicos, se buscó la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto, así como también el determinar sus propiedades mecánicas del concreto con dicha adición, dicha investigación se realizó de manera aplicada, y tomando en cuenta un enfoque cuantitativo y de nivel explicativo, en la cual se tomó de muestra a ensayar una cantidad de 72 unidades de probetas y que pasaron por los ensayos de resistencia a compresión y flexión en 3 edades (7 días, días y 28 días)

A través de los resultados que se obtuvieron en la investigación mediante ensayos se pudieron comprobar que cuando se reemplaza el aluminio a un porcentaje 1% y 3% se logró obtener un 82 al 95% de su resistencia de diseño, además se mostraron resultados favorables en las propiedades físicas, con un aumento que oscila entre 22% a 33% en su slump y con una reducción en su densidad que varía entre 10 % a 29.40% dejando así con un concreto más ligero.

**Palabras claves:** aluminio, partícula, propiedades, resistencia, incidencia



## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the incidence that happens when aluminum particles are added to concrete and to see their reaction on the physical-mechanical properties of the concrete, in order to obtain better or equal results to the standard design. At the same time, taking into account the specific objectives, the incidence of the addition of aluminum particles in the physical properties of concrete was sought, as well as to determine the mechanical properties of concrete with this addition, this research was conducted in an applicative way, and taking into account a quantitative approach and explanatory level, in which a sample was taken to test a number of 72 units of specimens and that went through the tests of compressive strength and flexural strength at 3 ages (7 days, days and 28 days).

Through the results obtained in the research by means of tests, it was possible to prove that when aluminum is replaced at a percentage of 1% and 3%, it was possible to obtain 82 to 95% of its design resistance, in addition, favorable results were shown in the physical properties, with an increase ranging from 22% to 33% in its slump and with a reduction in its density ranging from 10% to 29.40%, thus leaving a lighter concrete.

**Keywords:** aluminium, particle, properties, resistance, incidence

## I. INTRODUCCIÓN

El rubro de la construcción es uno de los sectores económicos más importantes del Mundo, puesto que las etapas de esta última implican un fuerte consumo de diversos materiales. Si hablamos de la construcción de un edificio destinado a viviendas o teniendo alguna otra finalidad, no solo se usan cemento, ladrillos y acero, se utilizan también cables eléctricos, tuberías de plástico, tuberías de bronce, grifería, parqué, laminados, madera para puertas, mayólicas, mármol, pintura, vidrios, aluminio, entre otros implementos (De la Vega, 2021, párr. 1). Sin embargo, el cemento sigue siendo uno de los materiales más importantes y con mayor consumo en todo proyecto de construcción, desde casas unifamiliares hasta mega construcciones.

En este sentido, es importante enfatizar la importancia del cemento en el rubro de la construcción y en la sociedad. Después del agua, el cemento es la sustancia más utilizada en la Tierra. En consecuencia, el panorama mundial de la industria del cemento, de acuerdo con los datos proporcionados por International Cement Review (ICR) para el año 2017, se presentó un consumo mundial de 4,129 millones de toneladas de cemento. De esta cifra mencionada, ocupando el 58% del total, China encabeza de manera indiscutible la demanda global de cemento. En este sentido, el consumo mundial de cemento per cápita, llega hasta 557 kilogramos.

En el ámbito nacional, el consumo de cemento para el año 2019 alcanzó las 11,724 toneladas, obteniendo de esta forma un incremento del 4.7% respecto del año anterior. (Gestión, 2020, páf 3). Tras reactivarse las actividades del sector construcción, por los efectos de la pandemia COVID 19, el consumo de cemento se ha ido incrementando en consecuencia.

Tan solo en Lima se ha producido un consumo de 994 toneladas de cemento en el año 2019 (el peruano, 2021, páf 2). Las cifras han ido en incremento con respecto a la reactivación económica presentándose un incremento de un 21% en los últimos 2 años.

Sin embargo, su elaboración es la fuente de aproximadamente un 8% de total de emisión de (CO<sub>2</sub>) dióxido de carbono a nivel mundial. De tal forma que de tratarse

de un país sería el tercer emisor más grande del mundo, solo quedándose por detrás de EE. UU. y China.

Adicionalmente, en la industria de la fabricación del cemento, se genera una enfermedad llamada “silicosis, cuyo virus se le conoce más como «la enfermedad de los mineros», esto es un virus crónico, y también muy agresivo, que como consecuencia provoca la asfixia de las personas, de manera lenta, y así al final provocándole un daño en los pulmones imposibilitándolos de respirar, ya que eso se debe a la acumulación de sinergias contaminantes y hegemonías duraderas de partículas en los tejidos pulmonares, cuya partículas se han generado por la producción del cemento” (SARLINGO Marcelo, 2017, p 75).

Debido al gran impacto ambiental que se genera a través de la producción de cemento a nivel mundial, se realiza esta investigación que busca aprovechar materiales derivados del reciclaje para el mejoramiento de las propiedades físico mecánicas del concreto, y de esta forma reducir el consumo de cemento requerido en el concreto destinado a elementos estructurales.

Además, desde un punto de vista social, el concreto adicionado con aluminio pulverizado podrá llegar a la población como un nuevo método para que puedan obtener una vivienda construida en la cual podrán tener un lugar acogedor y cómodo y así mismo contribuir con un mejor medio ambiente reduciendo la contaminación de la creación del material del cemento

Por esta razón se planteó el problema general descrito a continuación:

¿Cuál es el resultado de la adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021? así mismo también se plantea los siguientes problemas específicos: ¿cuál es la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto Lima 2021?, ¿cuál es el resultado de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021?

El proyecto de investigación se justifica desde el punto de vista técnico al conocer y utilizar las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como también brindar nuevos aportes o modelos tecnológicos técnicos que faciliten al rubro de la construcción disminuyendo así el uso de los materiales que

se utilizan para obtener el concreto deseado de acuerdo con las necesidades de cada edificación.

También se justifica desde el aspecto social, al promover e incentivar el reciclaje de residuos de construcción se generarán más empleos, así como también la contaminación ambiental de diferentes distritos, y el impacto ambiental se verán reducidos, en beneficio de la sociedad.

De igual manera, se planteó el objetivo general. Evaluar el resultado de la adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021. dentro de lo cual también se plantea los siguientes objetivos específicos: Determinar la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto Lima 2021. Establecer el resultado de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021.

Así mismo, en referencia a los antecedentes investigados, se logró formular la siguiente hipótesis general. La adición de las partículas de aluminio incide positivamente en las propiedades del concreto Lima 2021. También se ha planteado las siguientes hipótesis específicas La adición de las partículas de aluminio inciden de manera significativa en las propiedades físicas del concreto Lima 2021, La adición de las partículas de aluminio incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En la construcción es común la generación de distintos tipos de residuos, los cuales en la actualidad son aprovechados de diversas maneras, para generar nuevos materiales, o reutilizar los mismos de otras formas. En los últimos años ha primado la generación de diversos metales como residuos de construcción tanto en el proceso del casco gris, como en la etapa de acabados. Mediante esto se puede considerar al aluminio como uno de los residuos más generados más comunes.

Así mismo, Córdova y Flores (2021), en su investigación que se basa en la comparación de la adición del polvo de aluminio y el agente espumante en el concreto celular, da a conocer que al agregar el polvo de aluminio muestra mejores resultados en relación con la compresión debido que al final de los 28 días se logró una resistencia de  $92.93 \text{ kg/cm}^2$  que incremento en un 96% con respecto al agente espumante que logro llegar a una resistencia de  $4.58 \text{ kg/cm}^2$ , por otro lado, en la densidad se ha mostrado una diferencia del 10% al utilizar el agente espumante en la mezcla con respecto al diseño de con polvo de aluminio.

Además, Velarde (2017) al analizar las propiedades mecánicas de un concreto ligero al adicionar el aluminio fundido mencionan que el diseño y la elaboración óptima para obtener un concreto ligero es al añadir el 1.5 % de polvo de aluminio

Con el aditivo de superplastificante que ha añadido al porcentaje de 1%, y teniendo, así como resultado una mejor resistencia que llega a los  $236 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días e incluyendo con una reducción de la densidad, debido que en su estado endurecido logro obtener hasta los  $2267.69 \text{ kg/cm}^3$ , demostrando así una el beneficio del uso del material.

Igualmente, Calle (2019) cuya investigación cuenta como objetivo determinar la influencia del aluminio pulverizado al añadirlo en la mezcla de concreto, ya que mediante los ensayos se podrá determinar la compresión, el asentamiento, densidad y la absorción del concreto ligero, ya que se está buscando una manera de ayudar a remplazar el concreto tradicional con un material más ligero en la cual incluso más beneficioso en base de materiales y durante la construcción, se obtuvo

resultados positivos en la cual su densidad ha disminuido, pero con respecto a su resistencia a la compresión tuvo un aumento, así como en la absorción del concreto, en la cual menciona a base de pruebas que tuvo mejoras sorprendentes para una nueva innovación con el uso del concreto reciclando el aluminio y fundiéndolo con la mezcla.

Por otro lado, al utilizar el aluminio en el concreto brinda una propiedad de aislamiento acústico, por ello FREITAG, Stephan; BAUMGARTNER, Bettina; Radel, Stefan; SCWAIGHOFER, Andreas; VARRIALE, Antonio; PENNACCHIO, Angela; D'AURIA y Sabato; LENDL, Bernhard. 2021. Menciona que el mismo aluminio puede mejorar el atrapamiento acústico mediante un proceso de manipulación de las partículas sin contacto que tiene un gran potencial para la realización de ensayos automatizados. La caracterización sistemática y la optimización de la trampa acústica permitieron obtener altos caudales manteniendo un alto rendimiento de atrapamiento acústico.

Así mismo, Ramos (2021) informa en su investigación que durante el proceso de los ensayos que se han realizado en el laboratorio que los testigos de concreto que están contando con la adición de aluminio, presentan una resistencia mucho menor, respecto a los cilindros de la dosificación patrón, los cuales no poseen aluminio.

Sin embargo, la adición de virutas de aluminio como puede lograr a influir de manera directa en la trabajabilidad, así como también en la consistencia del mortero del concreto, mediante que las virutas de aluminio incrementan en porcentaje, el asentamiento va reduciéndose de manera paulatina. De otro lado, la temperatura obtenida en el concreto cuyo patrón oscila en un rango entre 30,80° a 31.50°C y con las adiciones llegan a un rango de 32° hacia los 34.2°C, siendo esta última el rango más elevado, de esta forma los resultados variables se encuentran en un rango reglamentario para las resistencias diseñadas. Finalmente, mediante que el porcentaje de virutas del contenido de aire así también como el peso unitario va en aumento, con el uso de 5% de virutas de aluminio se pueden llegar a mayores valores. Las dosis de virutas de aluminio influyen de forma directa en el concreto debido a la aparición de burbujas de aire (has de hidrogeno), como respuesta química que se general al añadir virutas de aluminio la concreto (García 2020).

Por otro lado, los resultados obtenidos por la investigación de Javali, Shiraksha; Chandrashekar, A; Naganna, Sujay; Manu, D; Hiremath, Parameshwar; Preethi, H y Vinod Kumar, N. (2017) Quienes han determinado que el concreto que se elabora a partir de la incorporación de la mezcla de un 5% de escoria producida por aluminio y 20% de escoria obtenida de los residuos de hierro, se puede inferir que el uso de este tipo de escoria como aditivo para hormigón nos brinda un producto terminado que no es nocivo ni letal para la salud humana y que en relación a las propiedades de salubridad produce un resultado que satisface los estándares requeridos en los materiales de construcción (p.2303)

Tomando en cuenta lo anterior mencionado, vale decir que consiguió determinar la cantidad ideal de fibras de acero a adicionar teniendo en cuenta las evaluaciones a realizar tanto para flexión como compresión. De esta manera los esfuerzos a compresión no se logran a requerir una gran cantidad de fibra pues esa es la tarea principal del concreto, de esta forma la cantidad optima de fibras de acero vendría a ser 1.0%. Más, sin embargo, cuando hablamos de flexión debe tener en cuenta un mayor uso de fibras de acero, esto debido a que el esfuerzo para este caso actúa de manera perpendicular a la carga en el cual las fibras actuarían de forma directa. Mediante la cual se determinó que la cantidad optima es de 4%. Haciendo el análisis de las cualidades mecánicas del concreto hecho con un añadido de fibras de acero recicladas y de uso comercial se puede determinar la conclusión de que se pueden usar como un material alternativo, ya que dicho material ayuda a presentar así mejores comportamientos en su característica mecánica antes las cargas que puedan y reciban en concordancia con la función que desempeñan en comparación de los elementos que no contienen adición de fibras de acero. (Rafael y Reynal, 2021).

Incluso, según lo mencionado por DORWART, Brian; KAHIKINA, Lori; PAINTER, Don y SUTMOLLER, Nico. et al. 2021 dicen que la densidad que ayuda en construcciones distintas ya que al utilizar un concreto resistente que también cuenta con esa característica, da como resultado un mejor acabado en el proceso de la construcción. Y mediante los ensayos se entiende que el aluminio es un material que en la cual al añadir al concreto brinda un cambio a la densidad, pero en la cual cuenta también con parámetros para su propia preparación. Ya que verificando un

resultado de laboratorio muestra que al añadir polvo de aluminio al 0.20% a la elaboración del bloque celular se logró obtener una densidad real de 1222.55 kg/m<sup>3</sup>, en la cual se ha comparado con el bloque convencional que dio una densidad real de 1225.47 kg/m<sup>3</sup>, consiguiendo, así como resultado una disminución de su densidad real en un 0.24% y aumentando con una resistencia a la compresión a 2.14 Mpa.

Por último, Carrillo, Julián; Silva, Diego Sánchez Martha (2016) dan mención que en todo el mundo se vienen desarrollando diversos métodos de vanguardia que puedan lograr una optimización de las cualidades mecánicas del concreto como son la resistencia a compresión, a tensión, la ductilidad, la tenacidad. Así como la resistencia a los cambios bruscos de temperatura, de tal forma que hoy en día se viene utilizando refuerzos como lo son las fibras de acero, este material se volvió uno fundamental en la construcción de elementos para poder lograr la estabilización de taludes, así también como el revestimiento de túneles, además eso incluye elementos estructurales prefabricados, bóvedas, pavimentos y pisos industriales (p.500).

Para indagar más en el tema en relación de la investigación se tienen que tomar en cuenta una información base o conocimientos previos de los componentes que estarán incluidos a la preparación de la mezcla y para eso se debe saber que el concreto es un material en la cual es el resultado de la mezcla de materiales

como la piedra, arena, agua y cemento que al solidificarse tiene la capacidad para soportar pesos y tiene el uso para bases y paredes en el ámbito de la construcción.

En este sentido, el concreto es un material que se trabaja de manera semilíquido, de forma que se puede ajustar y adaptar a cualquier forma, además al tiempo de fraguado tiene como consecuencia que el producto se vuelva más resistente y durable (Velarde, 2017, p.22) dicho material también cuenta con diversos tipos de resistencia dependiendo de la construcción donde va dirigida, ya que a base de esa resistencia es donde pueden variar los materiales del concreto.

También, la mezcla del concreto se debe trabajar de manera semilíquida, además eso hace que pueda brindar una mejor trabajabilidad por la cual ha sido la razón que dicho material es bastante relevante en el rubro de la construcción. Además, el



concreto cuenta con varios usos estructurales que son en la construcción de vigas, viguetas, pilares, columnas, cimientos incluso también en placas.

Y para que el concreto se pueda moldear y poder crear dichas estructuras debe considerarse los materiales para la fabricación ya que cada componente es fundamental.

En primer lugar, el cemento es un material importante para la creación del concreto ya que es un aglomerante que se define como un polvo fino que pasa por un proceso que en la cual consiste en la calcinación a una cierta temperatura que llega a 1450 °c en la mezcla de piedra caliza, mineral de hierro, así como también la arcilla. Y luego pasa por un proceso en la cual consiste en moler finamente con yeso y también con aditivos químicos que se les añade durante el proceso de calcinación a una temperatura de 1450 °c de la mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. Y luego se muele finamente con yeso y también con aditivos químicos.

Luego en segundo lugar, la arena gruesa se obtiene en canteras de los cerros debido a que es un conjunto de partículas de rocas, que pasa por un proceso de disgregado en partículas cuyo tamaño varía entre 0.063 y 2 mm.

Además, contando con el agregado grueso que es un material en la cual proviene de la desintegración que es de manera natural o artificial, además es un material que es retenida durante la prueba granulométrica en el tamiz 4.75 (N° 4) y que cumple así con el fin de cumplir los parámetros establecidos en la norma 400.037 o ASTM C33.

Por último, contando con un material, aparte de ser material es muy importante para la vida misma, incluso se considera como un agregado muy esencial para la preparación y también para el proceso de curado del concreto en el estado líquido así como en el estado sólido, debido a que incluso debe cumplir con ciertos parámetros de calidad, ya que a este material debe estar limpia fresca sin rastro, de material o residuos que pueden dañar o afectar de otra manera a la mezcla durante su uso, así como los aceites, ácidos, sodio y calcio así también como sales, materias orgánicas o también sustancias dañinas, que puedan afectar al concreto o a la mezcla durante su proceso.

Sin embargo, el agua se usa para dos usos principales en la construcción, Así como el agua para la fabricación de mezcla, se utiliza de tal manera como agregado principal para poder mezclar los materiales y así poder crear el concreto o incluso el concreto para poder así reaccionar al aglomerante que en este caso vendría a ser el cemento, también a la mezcla le brinda las propiedades que dan como resultado la resistencia de sí misma, y también la fluides que va a ser necesario para poder facilitar su manejo durante el momento que se coloca a la estructura

Así como el agua para el curado que también es utilizado para hidratar al concreto en su estado sólido y así darle la dureza que se desea obtener y también mejorar sus propiedades.

Por otro lado, para obtener una validez de la calidad de la creación del concreto, así como de los materiales que las compone, pasan por un proceso de ensayos para así determinar la calidad de los materiales, así como también del resultado de la creación del concreto.

para obtener una confiabilidad en el uso del material del agregado fino se determina con la medición de los granos de una formación sedimentaria, dicho proceso es con el uso de tamices de distinto tamaño para que así se pueda distribuir el tamaño del material y a base de cálculo poder conocer la escala granulométrica.

Después pasa por otro tipo de ensayo para poder obtener el contenido de humedad es una relación que existe entre el peso del material fino o grueso en un estado natural y en un estado que haya pasado el proceso de secado en el horno, este proceso se puede analizar unas características muy importantes del material que vendrían a ser los cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

Además, Los materiales no solo pasan por un proceso de prueba o ensayo para ver la calidad de dicho material, sino que también lo pasa el concreto, pero en este caso ya teniendo la mezcla endurecida como también fresca, ambas pasan por ensayos para dar aprobación de dicho material.

Por ende, Este ensayo se realiza con el concreto en el estado endurecido y en la cual se refiere al alcance que podrá soportar el material hacia una carga por unidad de área, y este valor se refleja en esfuerzo, ya que generalmente se expresa en  $\text{kg/cm}^2$ , MPa y con algunas frecuencias en libras (psi).

Por consiguiente, Este ensayo es para poder tener como resultado su trabajabilidad y también su densidad y es un ensayo que se le realiza al concreto en un estado fresco, y en ese ensayo tiene la finalidad de control de calidad de la mezcla además es principal para determinar la trabajabilidad, así como también la consistencia.

Es un ensayo que también se da al concreto en estado endurecido, cuyo ensayo es poder medir la capacidad de tracción del espécimen de la concreto, normalmente este ensayo se utiliza para poder saber el fallo por momento de estructuras como una viga o losa de concreto no reforzada.

Aparte, el aluminio es un elemento metálico de un color semejante a la plata, además que es ligero y también cuenta con una resistencia favorable y es dúctil, y se encuentra con relativa facilidad.

En la cual cuenta con Propiedades física debido a que es un material transparente con la cual cuenta con capacidad de proteger al aluminio ya que se trata de un metal ligero que cuenta con una densidad de  $2700 \text{ kg/m}^3$ , y con un punto bajo de fusión, es un buen conductor eléctrico, en un estado puro cuenta con un límite de resistencia de tracción que varía entre  $160\text{-}200\text{N/mm}^2$ , a base de eso da como beneficio al uso adecuado laminas, perfiles, cables de electricidad, aunque no en forma de elemento estructural ya que cuenta con una resistencia a la corrosión aparte de que es un metal blando.

Esta materia es un material de industria que en la cual el aluminio es uno de los metales más relevantes, tanto en número así incluso como en el a diversificación de uso, el aluminio se usa de manera pura y en la actualidad cuenta con el uso para trabajos de drywall y en trabajos de instalaciones de lunas y/o ventana.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

En relación con este proyecto de investigación se optó por el tipo de investigación aplicada al tener en cuenta que se busca solucionar el problema del impacto ambiental generado por la producción y consumo excesivo de materiales en las diferentes etapas de la construcción de infraestructuras. De esta manera para entender que es la investigación aplicada, en vista de que Lozada nos dice que “la investigación aplicada es aquella que busca la creación de conocimiento que se pueda aplicar de forma directa en problemas específicos de la sociedad o sector productivo. Esta se centra en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, haciendo puente entre la teoría investigada y el producto entregado” (2015, p.47).

##### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación que se optó para la investigación corresponde al Diseño Cuasiexperimental, teniendo como fundamento que el investigador manipulará los medios y condiciones para realizar el experimento al ver como se relacionan los cambios en las mismas. Para este caso en específico, se dosificarán muestras de concreto tomando en cuenta diversos porcentajes (0%, 1%, 3% y 5%) de aluminio particulado adicionando con relación al peso del cemento.

Ya que según Arias (2018) diseño es el método con el que se realizan ciertas pruebas, bien a personas o a grupos, en el cual pasa por momentos únicos, así como de estimulación o tratamiento para poder lograr resultados a base de consecuencias negativas o incluso positivas, según los datos obtenidos (p.34).

**Tabla 1. Diseño de Investigación**

01. Grupo experimental(GE)	X1 (concreto con adición al 1% de aluminio particulado)		
	O1 (7 días)	O2 (14 días)	O3 (28 días)
02. Grupo experimental(GE)	X2 (concreto con adición al 3% de aluminio particulado)		
	O1 (7 días)	O2 (14 días)	O3 (28 días)
03. Grupo experimental(GE)	X3 (concreto con adición al 5% de particulado)		
	O1 (7 días)	O2 (14 días)	O3 (28 días)
01. Grupo control (GC)	X0 (concreto con adición al 0% de aluminio particulado)		
	O1 (7 días)	O2 (14 días)	O3 (28 días)

Fuente: elaboración propia

Dónde:

01. GE: Grupo experimental

X1: 1% de aluminio particulado

O1: Resultado a los 7 días

O2: Resultado a los 14 días

O3: Resultado a los 28 días

02. GE: Grupo experimental

X2: 3% de aluminio particulado

O1: Resultado a los 7 días

O2: Resultado a los 14 días

O3: Resultado a los 28 días

03. GE: Grupo experimental

X3: 5% de aluminio particulado

O1: Resultado a los 7 días

O2: Resultado a los 14 días

O3: Resultado a los 28 días

01. GC: Muestra Patrón

X0: 0% de aluminio particulado

O1: Resultado a los 7 días

O2: Resultado a los 14 días

O3: Resultado a los 28 días

### **Enfoque de investigación**

En este proyecto se tomó en cuenta como una investigación cuantitativa, ya que en la cual vamos a lograr ver las causas, consecuencias y así también los métodos que llevan un proceso, a todo esto se planifica una exploración, lo cual seguirá unas tácticas para que pueda lograr la orientación de la resolución de dificultad encontrada, además al ser por ende una fase consecuente y además metodológico, esto no contara con una proyección finalizada y contando con valores internacionales, siendo usado también en cualquier tipo de estudios. (gallardo, 2017, p. 11)

El actual proyecto de investigación contó con un enfoque investigativo de tipo cuantitativo debido que se utilizaron métodos estadísticos para determinar la relación existente entre los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, a su vez que los resultados fueron cuantificados.

## **Nivel de investigación**

En el nivel de investigación se cuenta como objetivo la demostración del acto, en la cual, según las correlaciones, los efectos y las causas, en la cual la investigación de manera explicativa brinda como objetivo el determinar, todas las posibles causas, así como también los efectos, según lo que se ha mencionado en las hipótesis y así poder ver el valor terminación y resolución. (Arias, 2018, p. 26)

La investigación fue de nivel explicativo ya que para la presente investigación pretende dar a conocer las propiedades físico-mecánicas del concreto cuando se adicionarían el aluminio para poder así poner a prueba nuestras hipótesis, se estudió el comportamiento del concreto y los cambios que presente el mismo al interactuar con las diversas dosificaciones propuestas

### **3.2 Variable y operacionalización**

#### **Variable independiente: aluminio particulado**

**Definición conceptual:** Según Córdova y Flores (2021) el aluminio en partículas es un elemento carente de olor, además de ser un metal liviano, suele ser de color platinado o de un blanco sutil a grisáceo, además de ser abundante en el manto terrestre, e incluso se puede encontrar en los minerales que contienen oxígeno silicio y flúor (p. 17).

**Definición operacional:** Las partículas de aluminio por medio de corte y desbaste de los perfiles y reglas de aluminio que han sido desechadas, y se adicionaron en el concreto al 1%, 3% y 5% en reemplazo de la mezcla.

**Dimensiones:** propiedades físicas (proporción, granulometría, densidad)

**Indicadores:** Porcentaje, Tamizaje, Ensayo de peso unitario

**Unidades:** %, mm y kg/cm<sup>3</sup>

**Escala de medición:** razón

**Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas**

**Definición conceptual:** Según Ruiz y Vasallo (2018) las propiedades físicas son aquellas cualidades que se identifican a simple vista y las propiedades mecánicas están relacionadas al comportamiento del concreto en estado endurecido. (pág. 25)

**Definición operacional:** En las propiedades físicas se ha considerado la trabajabilidad del concreto así mismo en las propiedades mecánicas se considera la resistencia a la compresión y flexión.

**Dimensiones:** Propiedades físicas y Propiedades mecánicas

**Indicadores:** consistencia, densidad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión

**Unidades:** pulg., kg/cm<sup>3</sup>, kg/cm<sup>2</sup>

**Escala de medición:** nominal

**3.3 Población (criterio de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis****Población**

Según Hernández y Mendoza, nos dice que: “la población es el conjunto de sucesos que pueden dar una determinada serie de descripciones” (2019, p.198).

Para este proyecto se contó con una población de 76 muestras que se van a someter a ensayos que se han determinado para analizar al concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> al que se adicionó aluminio en porcentajes de 1%, 3% y 5%.

Criterios de inclusión: se contó con 76 probetas considerando el porcentaje de error contemplando de acuerdo con la norma técnica peruana donde no se cumplan con los protocolos de calidad.

Criterios de exclusión: los testigos que se excluyen serán aquellos que no cumplieron con los criterios de calidad establecidos en los protocolos de probeta, vigueta, y slump establecidos en las respectivas normas técnicas peruanas.



## **Muestra**

Según Hernández y Mendoza (2019) nos sugieren lo siguiente: “Sí un proyecto de investigación es cuantitativo, todas las muestras llegan a ser subespecies de las poblaciones que nos interesa, es decir se va a recoger todos los necesarios, y también se deberá ser representativa de la población a investigar (p.196).

Según el ACI 318-14, será necesario la realización de 2 probetas de concreto de dimensiones 15 cm x 30 cm o también puede ser 3 probetas con dimensiones de 10 cm x 20 cm.

Para esta investigación realizada por un diseño experimental ya que en la cual va a contar con la preparación de ensayos de probetas, y la cantidad va a variar mediante el uso del porcentaje del aluminio particulado, en el ensayo (0%, 1%, 3% y 5%).

Para esta investigación se tomaron en cuenta, los siguientes ensayos:

Ensayo de resistencia a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ ), ensayo de resistencia a la flexión ( $\text{kg/cm}^2$ ), ensayo de consistencia (in), ensayo de densidad ( $\text{kg/cm}^3$ ).

Se utilizó el diseño de las probetas de concreto endurecido de 10 cm x 20 cm de longitud de acuerdo con la norma NTP 339.034, además, se tomó en cuenta el tiempo de rotura que fueron a 7 días, 14 días y 28 días. de acuerdo con la siguiente fórmula.

**Tabla 2. Número de Muestras**

Ensayos de compresión	Adicionando 0% de aluminio (muestra patrón)	Adicionando 1% de aluminio	Adicionando 3% de aluminio	Adicionando 5% de aluminio	total
Días de rotura					
7 días	3	3	3	3	12
14 días	3	3	3	3	12
28 días	3	3	3	3	12
					36
Ensayos de tracción	Adicionando 0% de aluminio (muestra patrón)	Adicionando 1% de aluminio	Adicionando 3% de aluminio	Adicionando 5% de aluminio	total
Días de rotura					
7 días	3	3	3	3	12
14 días	3	3	3	3	12
28 días	3	3	3	3	12
					36

Fuente: elaboración propia

## Muestreo

El muestreo no probabilístico es una técnica estadística que en la cual el investigador podrá seleccionar muestras basadas en un propio juicio subjetivo, ya que eso ayuda a no realizar una selección al azar. Este muestreo es más útil para investigaciones de manera exploratoria.

El muestreo realizado en este proyecto es un muestreo no probabilístico.

## Unidad de análisis

La unidad de análisis que se utilizara en esta investigación son de 36 unidades de testigos de concreto que se van a someter a ensayos de compresión, así mismo 36 unidades de testigos que se someterán a ensayos de flexión.

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

Uno de los instrumentos de recolección de datos más utilizados viene a ser la observación directa. Se presencié el comportamiento de los participantes en este caso que son probetas y viguetas, que pasaron por el proceso de los ensayos que se están estableciendo en el proyecto, donde la ventaja es que el fenómeno se pudo medir de manera inmediata, de esta manera se observó y además se analizó el comportamiento del concreto con aluminio.

Se contó también con ensayos de resistencia a compresión, ensayos de resistencia a la flexión, ensayos de peso específico, tamices, ensayos de slump, cuaderno de campo.

#### **Validez y Confiabilidad**

En este sentido, es fundamental tener en cuenta los protocolos de calidad de los ensayos respectivos:

- Ensayos de resistencia a la compresión: Protocolos de calidad bajo el criterio de la Norma Técnica (ASTM C 39/C39M-05)
- Ensayos de resistencia a la flexión: Protocolos de calidad bajo el criterio de la Norma Técnica (ASTM C78/C78M-21).
- Ensayos de densidad: Protocolos de calidad bajo el criterio de la Norma Técnica (ASTM C-29).
- Ensayos de slump: Protocolos de calidad bajo el criterio de la Norma Técnica (NTP 339.178).

Del mismo modo para asegurar la validez y confiabilidad del proyecto se tuvo en cuenta la calibración de los equipos a utilizados al realizar los ensayos anteriormente mencionados.

### 3.5 Procedimientos

Para este trabajo se tomó en cuenta la recolección del aluminio:

Recolección de agregado grueso y fino: Para este proyecto se eligió la cantera de material o minera: La Gloria, ubicada en Ca Central Km 14.80 Urb La Gloria Grande Ate – Lima. La cuál cuenta con la certificación de calidad del material a utilizar.

Cemento para utilizar: para esta investigación se tomó en cuenta el uso del cemento sol y se está tomando en consideración su ficha técnica y certificado de calidad.

Para la recolección del material de aluminio se tomó en cuenta los residuos de aluminio que en las obras desechan, como por ejemplo las reglas de aluminio, así como los marcos de ventanas.

Para conseguir las partículas del aluminio se tomó en cuenta realizar el desgaste de material con la amoladora probando el disco de devaste o de corte, además con el uso de cortadora de aluminio se han recolectado el material

Luego se tomó en cuenta los procedimientos de los ensayos que se van a realizar durante el proceso de la investigación:

El ensayo de consistencia o Slump

Este ensayo se aplica al concreto en estado fresco con la finalidad de obtener, su fluidez y consistencia. Así mismo, se debe tener en cuenta que solo se aplica para muestras no menores a 1/2" ni mayores a 9" de asentamiento. Si el concreto tiene agregados de superiores a 1 1/2" estos deben pasar por primero un tamizaje de maya 1 1/2" y luego realizar el ensayo con el sobrante que pasa el tamiz.

Equipos:

- Cono de Abrams: se cuenta con medidas específicas para su uso: Altura: 12". Diámetro superior: 8". Diámetro inferior: 4". Es importante que presente dos asas para poderlo sostener.
- Dos estribos (para ajustar a la base durante el ensayo).
- Una base de material no absorbente y lisa.
- Varilla de 24" de longitud y debe ser de 5/8 de diámetro, además debe contar con extremos redondos semiesféricos.

- 1 recipiente que pueda contener un mínimo volumen de 28 litros (para la muestra a realizar)
- Una regla que tiene que tener de al menos 12" y que mida 1/4"
- Una pala o cuchara para poder aplicar la mezcla

#### La muestra

Esta debe ser realizada de acuerdo con la norma ASTM C 172. Los materiales se han humedecidos correctamente, de tal forma que no afecte el diseño de mezcla, y los resultados se vean influenciados. Este ensayo se ha realizado en el lapso de los 5 primeros minutos luego de tomarse la muestra. El tiempo de duración de la prueba de principio a fin no deberá superar los 2.5 minutos.

#### Procedimiento

Primero se humedeció el molde de forma óptima, y se colocó en una superficie plana, de material no absorbente. Con los pies se fija el cono con los estribos a la base y se procede a llenar el molde en 3 capas de volumen idéntico. La primera capa se debe llenar hasta 2 5/8", de forma uniforme en el molde. Luego se debe apisonar con la varilla alrededor de 25 veces a lo largo de toda la capa. Para la segunda capa se llenó hasta la mitad del molde, y volver a apisonar con la varilla de forma espiral un número de 25 veces de afuera hacia adentro. Para la tercera capa se llena el borde hasta arriba y se enrasa con la varilla. Una vez más se apisonó, y si la mezcla se asienta en el cono, se volvió a rellenar hasta enrasar la muestra. Luego se pasa por el proceso de enrasar y se limpia bien la base del molde donde se ha llenado la muestra, y así evitar interferencias con el movimiento de la mezcla preparada, se sujeta firmemente el molde de las hazas y luego se levanta de manera vertical, y sin movimientos laterales o que genere torsión. Este movimiento se tiene que realizar en un tiempo de más o menos 5 segundos a 2 segundos. Después de que se levanta el molde se voltea y se coloca junto al concreto, se deja la varilla encima del molde y se mide el asentamiento, con la finalidad de obtener la diferencia vertical entre la base superior del molde y el centro desplazado de la superficie de la muestra. En caso de que la muestra se desprenda o desmorone de forma pronunciada, se deberá repetir el ensayo. Si al repetir el

ensayo vuelve a ocurrir lo mismo, es posible que la muestra del concreto no tenga cohesión o plasticidad, de este modo este ensayo no aplique para el mismo.

## Ensayo de resistencia a la compresión

### Preparación del ensayo.

Para la obtención de las muestras de la mezcladora, se tiene que llenar un buggie del material de concreto y luego se procede a realizar las probetas. Se debe aplicar desmoldante al molde que facilite el desencofrado del espécimen, se tiene que colocar el molde en una superficie libre de vibraciones, nivelada, rígida y completamente horizontal. Vaciar el concreto en el molde, con cuidado alrededor del borde para asegurar la correcta distribución del concreto y una mínima segregación.

Se debe llenar el recipiente en 3 capas del mismo tamaño. Cuando se llene la última capa de concreto este debe quedar al borde después de la compactación, de igual forma se deberá ajustar la cantidad faltante. Al echar la mezcla a las probetas se tiene que tomar en cuenta que cada capa de mezcla se debe compactar con 25 penetraciones con la varilla, distribuyendo de manera uniforme en forma de espiral, y terminando en el centro.

Por consiguiente, la capa inferior se debe compactar en su espesor, la segunda capa e incluyendo la tercera capa que se aplica, se compacta con una penetración no más de 1" en la capa anterior. Después de cada capa se debe golpear los lados del molde no bruscamente unas 10 a 15 veces con el mazo de goma para poder así liberar las burbujas de aire que se generan dentro de la mezcla, luego pasa por un enrasado con la varilla para quitar así el exceso de concreto. Teniendo en cuenta que la superficie debe tener un acabado liso.

Además, se debe proteger adecuadamente las caras superiores de los moldes de tal forma que se evite la evaporación creando una pérdida de agua del espécimen.

### Desmoldado

Las probetas luego que se endurezcan, se retiran de los moldes entre más o menos las 18 y 24 horas después de ser moldeadas.

Preparación de la muestra para ser ensayada.

El espécimen de concreto no se podrá realizar el ensayo si, algún diámetro del cilindro preparado es diferente de algún otro diámetro de la muestra. Los planos de las caras de cada probeta son diferentes respecto al eje axial del espécimen en más de  $0.5^\circ$ . la probeta, después del proceso de curado debe estar tapado con una manta húmeda, la altura de cada especie se va a determinar con una a proximidad de  $0.05D$ .

Procedimiento del ensayo.

Se debe colocar la placa de carga encima la placa o mesa de la máquina de ensayo, Limpiar la zona o superficie de apoyo de las placas superior e inferior y del espécimen a ser ensayado, luego Colocar el espécimen en la plaza inferior y alinearlos debajo de la parte central de carga de la placa con un asiento esférico, después al bajar la placa que de manera lenta baja sobre el espécimen y así generando una aplicación de carga en la cual deberá estar dentro de un intervalo de  $1.4$  a  $3.5 \text{ kg/cm}^2/\text{seg}$ . Durante el proceso de la primera mitad que se genera la carga máxima se puede mostrar un aumento de velocidad en el equipo, hasta que el espécimen sufra una falla y así determinar el tipo de falla y la apariencia del concreto. Se calcula la resistencia a la compresión obtenida del espécimen a través, de dividir la carga máxima soportada al momento de la prueba por el promedio del área superficial de la sección transversal que se determina conforme a lo descrito anteriormente.

Modo de aceptación

Si se cumplen los parámetros especificados en el protocolo:

- Prensa debe ser calibrado 12 meses antes
- Velocidad de carga debe estar dentro de los rangos específicos
- Las dimensiones del espécimen se determinarán con las aproximaciones descritas.
- Se debe llenar y firmar el formato de control y aceptación de los ensayos durante toda la actividad.

## Ensayo de resistencia a la flexión

Los prismas para ensayar tienen que considerar los requerimientos de los ensayos del ASTM C 192, ASTM C 43 o ASTM C 31, que son aplicados a especímenes de prismas o vigas. Las caras del prisma deben formar un ángulo recto entre sí, así como también ser lisos y no tener agujeros, concavidades e irregularidades en ellas. Es importante llevar las identificaciones inscritas.

Los especímenes de concreto de una dosificación preestablecida, cuya forma debe ser la de un prisma, libre de concavidades e irregularidades, al cual se le ha humedecido hasta la fecha de falla. Debe ser colocado de forma que la cara en exposición en el moldeo no quede en contacto con los dispositivos de carga. Se deben centrar las cabezas de carga y los apoyos, además de verificar la separación de los tercios en los puntos de carga. La carga se mantiene en aumento de forma gradual hasta incurrir en la falla, se debe registrar la carga máxima soportada y con esta y las dimensiones reales del espécimen fracturado se calcula el módulo de rotura.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Los métodos de procesamiento de datos utilizados en el proyecto se trabajaron con el programa Excel y SPSS donde recolectaron de forma ordenada los datos obtenidos de los ensayos de rotura de probeta, vigueta, la densidad y slump; donde se analizaron en cuadros estadísticos y se han representado en gráficos.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los investigadores estuvieron comprometidos bajo su responsabilidad con la veracidad de toda la información que se realizó durante todo el proyecto, ya que, durante el trascurso de la recopilación teórica, se tomó en cuenta el uso de la norma ISO 690 para la cual respetar y reconocer los derechos de autor de las referencias bibliográficas y eso incluye a los resultados que se lograran obtener en el proyecto de investigación. A su vez, se tuvo en cuenta para la manipulación de técnicas e instrumentos fuentes fiables con la finalidad de obtener datos ajustados a los objetivos específicos planteados en la investigación.



En el desarrollo de este proyecto de investigación, se ha tenido en cuenta datos reales recolectado a través de proceso de ensayos, haciendo seguimiento de los protocolos establecidos por las normas y manuales vigentes a la fecha.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Generalidades

#### 4.1.1. Propiedades físicas de los agregados

##### a) Características físicas del cemento

En la siguiente tabla se muestra las propiedades físicas que se presenta en el cemento SOL, dicho material que se va a usar en los ensayos y se tomara en cuenta la norma NTP. 334.090 así como la ASTM C-595

**Tabla 3.** *Propiedades físicas y químicas del cemento sol*

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP – 334. / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	310	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	377	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	438	Mínimo 285
Tiempo de fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Perdida al fuego	%	1.92	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5

Fuente: ficha técnica del cemento Sol

## Características físicas del aluminio

En la presente tabla se muestra la información de las propiedades físicas del material de aluminio que se ha utilizado para la preparación de las probetas

**Tabla 4.** *Propiedades físicas del aluminio*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
Densidad	kg/cm <sup>3</sup>	1308.0
Punto de fusión	°C	660.2
Punto de ebullición	°C	2057
Calor específico a 0 grados	cal/C	0.210
Calor latente de fusión	Cal/g	99.4
Dilatación lineal por grado de temperatura		24x10 <sup>-6</sup>
Resistividad eléctrica a 20°C	Ohm.com	2.63
Conductividad eléctrica a 20°C (IACS = 100)	%	63.8
Módulo de elasticidad	kg/mm <sup>2</sup>	6700
Carga de ruptura	kg/mm <sup>2</sup>	16 a 20

Fuente: ficha técnica del material de aluminio

### 4.1.2. Diseño de mezcla

#### a) Procedimiento para obtener diseño de mezcla

El objetivo principal para poder obtener un buen resultado durante los ensayos se debe tomar en cuenta el diseño de mezcla, debido a que mediante proporción de materiales define la dosificación que deseamos obtener.

En las dosificaciones que se están realizando a menudo se busca obtener una resistencia a la compresión que pueda cumplir con las cualidades de la norma internacional ACI 523.R-96, para los cuales se seguirá planes estratégicos como investigaciones bibliográficas que concierne al tema.

**Tabla 5.** *Diseño de mezcla patrón*

PROPORCIÓN DE MEZCLA DE DISEÑO				
Componentes del concreto	Proporción en peso (kg)		Proporción en volumen (ft <sup>3</sup> )	
	seco	Corregida por humedad	seco	Corregida por humedad
Cemento	1	1	1	1
Agregado fino	1.58	1.59	1.47	1.47
Agregado grueso	3.68	3.69	3.15	3.15
Agua (en litros/bol.)	23.71	24.06	23.71	24.06

Fuente: elaboración de laboratorio

En esta la tabla 6 se muestra la información en cómo se ha proporcionado el reemplazo del aluminio con respecto al diseño de mezcla para poder realizar así los ensayos de compresión como también los ensayos de flexión

**Tabla 6.** *Proporción de mezcla con la adición de aluminio*

VALORES DE DISEÑO PARA UN METRO CÚBICO DE MEZCLA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	0%	1%	3%	5%
Cemento	kg	346	342.54	335.62	328.7
Agua	lt	193	191.07	187.21	183.35
Agregado fino	kg	547	541.53	530.59	519.65
Agregado grueso	kg	1274	1261.26	1235.78	1210.3
aluminio	kg	0	13.08	39.24	65.4

Fuente: elaboración de laboratorio

## **b) Proceso de elaboración de concreto celular**

Para poder elaborar el concreto, se tuvo que seguir una secuencia de pasos:

- Para realizar una dosificación, en primera instancia se tuvo que procesar los agregados que van a participar en la mezcla, y en las cuales pasaron por ensayos, con análisis específicos para poder determinar el origen de cada material utilizado, los procesos que pasaron son el análisis granulométrico, el peso unitario del material.
- Para la elaboración de la mezcla, se contó con un diseño establecido, pero al añadir el aluminio a su respectivo porcentaje el mismo diseño comienza a variar, ya que el agregado del aluminio se realizó respecto a la proporción total del concreto. Este proceso se realizó con un trompo mezclador para poder tener así un resultado más homogéneo
- Después del proceso de mezclado, se hizo el ensayo de consistencia, que vendría a ser el ensayo de cono de Abrams Y al comparar el concreto patrón con el asentamiento de las mezclas con el porcentaje de aluminio, se mostraron diferencias.
- Luego del ensayo de consistencia, se procedió a llenar los moldes, para así obtener las probetas, en la cual hubo una reacción en las probetas que contenían el porcentaje de aluminio, ya que cuando se llenaba y se nivelaba la mezcla en el molde, a los minutos la mezcla se sobresalía del molde, dando un fenómeno de expansión.
- Luego de que la mezcla se ha endurecido se procede al curado, y durante el proceso de colocación de las probetas al tanque de agua para su curado, se ha presenciado que a mayor contenido del porcentaje de aluminio se muestra una mayor cantidad de vacíos

### 4.1.3. Ensayo de agregados

Para que se pueda realizar un proceso estable para la mezcla, se tuvo que realizar ensayos, que muestran información más específica del material que se va a utilizar.

En las siguientes tablas se muestra los datos obtenidos después de los ensayos que han pasado los materiales antes de la preparación de la mezcla y así tomar también en cuenta esta información.

#### a) Ensayo de Gravedad específica y Absorción

En las siguientes tablas se muestra la información general sobre los agregados que se tomaron en cuenta para la preparación de la mezcla

**Tabla 7.** Gravedad específica y absorción de agregado grueso ASTM C-127

DATOS BÁSICOS					
A	Peso de la muestra saturada superficialmente seca. En aire (g)	2531.6	2388.6		
B	Peso de la muestra secada en horno (a 110 °C) en aire (g)	2520.6	2378.5		
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca. Sumergida en agua (g)	1591.3	1500.7		
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FORMULA	VALORES		PROM.
Gravedad específica Bulk (base seca)		$B / (A-C)$	2.681	2.679	2.680
Gravedad específica Bulk (Base saturada superficie. Seca)		$A / (A-C)$	2.692	2.690	2.691
Gravedad Específica Aparente		$B / (B-C)$	2.712	2.710	2.711
Absorción de agua en porcentaje del peso seco del agregado		$(A-B) / B * 100$	0.436	0.425	0.431

Fuente: elaboración de laboratorio

**Tabla 8.** Gravedad específica y absorción de agregado fino ASTM C-128

DATOS BÁSICOS				
	Número de fila	01	03	
A	Peso de la fila calibrada (a 20°C de temperatura) (g)	735.2	736.4	
B	Peso de la muestra saturada (superficialmente seca). En aire (g)	298.6	304.5	
C	Peso de la muestra secada en horno (a 110 °C). en aire (g)	296.7	302.4	
D	Peso de la muestra saturada (Sup. Seca) + fiola + agua al ras (g)	922.3	927.3	
RESULTADOS				
DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		PROM.
Gravedad específica Bulk (base seca)	$C / (A+B-D)$	2.661	2.662	2.661
Gravedad específica Bulk (base saturada superficie. Seca)	$B / (A+B-D)$	2.678	2.680	2.679
Gravedad específica aparente	$C / (A+C-D)$	2.707	2.712	2.710
Absorción de agua en porcentaje del peso seco del agregado	$(B-C) / C * 100$	0.640	0.694	0.667

Fuente: elaboración de laboratorio

## b) Ensayo Peso unitario

**Tabla 9.** Peso Unitario suelto del agregado grueso ASTM C-29

DATOS BÁSICOS				
A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	52195.0	52183.0	52175.0
B	Peso del recipiente (g)	7625.0	7625.0	7625.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	44570.0	44558.0	44550.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	25400.0	25400.0	25400.0
RESULTADO				
DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
Peso unitario suelto seco del material (kg/m <sup>3</sup> )	$C / D$	1754.7	1754.3	1753.9
PROMEDIO		1754.0		

Fuente: elaboración de laboratorio

**Tabla 10.** *Peso Unitario suelto del agregado fino ASTM C-29*

DATOS BÁSICOS					
A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	6800.0	6795.0	6810.0	
B	Peso del recipiente (g)	3370.0	3370.0	3370.0	
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	3430.0	3425.0	3440.0	
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FÓRMULA	VALORES		
Peso unitario suelto seco del material (kg/m <sup>3</sup> )		C / D	1614.1	1611.8	1618.8
PROMEDIO			1615.0		

Fuente: elaboración de laboratorio

**Tabla 11.** *Peso unitario suelto del aluminio a utilizar*

DATOS BÁSICOS					
A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	9211.0	9211.0	9211.0	
B	Peso del recipiente (g)	6432.0	6432.0	6432.0	
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	2779.0	2779.0	2779.0	
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FÓRMULA	VALORES		
Peso unitario suelto seco del material (kg/m <sup>3</sup> )		C / D	1307.8	1307.8	1307.8
PROMEDIO			1308.0		

Fuente: elaboración de laboratorio



### c) Ensayo de granulometría

En las siguientes tablas y figuras se muestran los datos de la granulometría de los agregados gruesos, así como los agregados finos y también se ha realizado el ensayo de granulometría al aluminio para poder así ver su partícula máxima ya que este ensayo consideró el aluminio particulado.

**Tabla 12.** Análisis granulométrico de agregado grueso

Mallas serie americana	GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)			
	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		
		% RET	% PASA	ESPECIFIC.
1 1/2"	38.100			100
1"	25.400	3.8	96.2	95 – 100
3/4"	19.050	25.9	70.3	40 – 85
1/2"	12.700	40.2	30.1	10 – 40
3/8"	9.525	21.5	8.6	0 – 15
N° 4	4.760	6.6	2.0	0 – 5
N° 6	3.36	2.0		

Fuente: elaboración de laboratorio

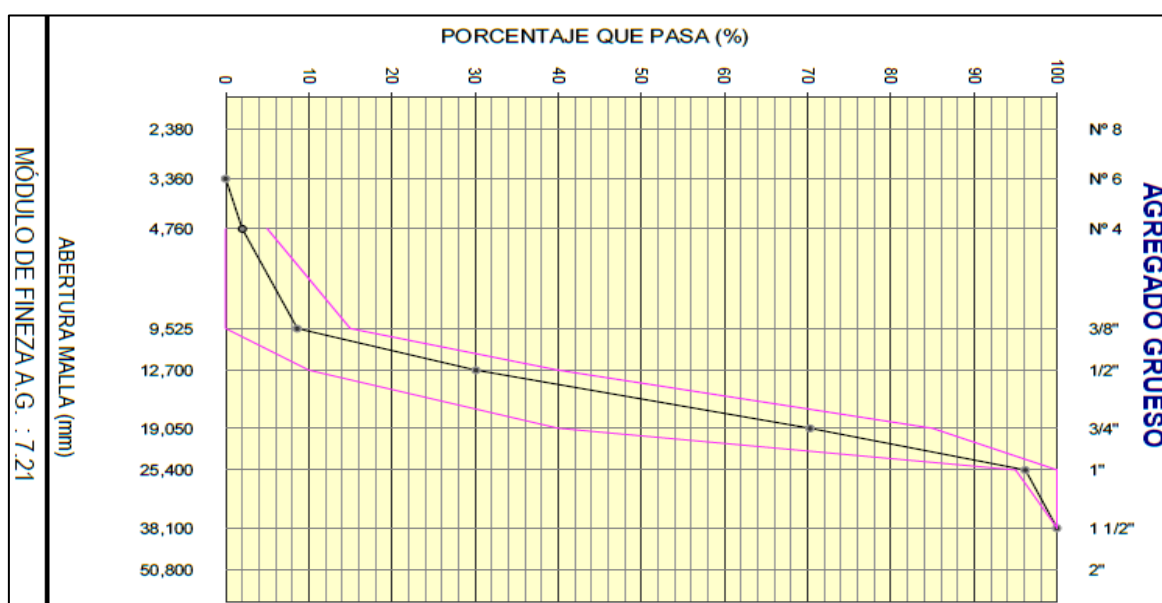


Figura 1. Curva granulométrica de agregado grueso

**Tabla 13.** Análisis granulométrico de agregado fino

Mallas serie americana	GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)			
	ABERTURA (mm)	AGREGADO FINO		
		% RET.	% PASA	ESPECIFIC.
3/8"	9.525		100	100
N° 4	4.760	1.3	98.7	95 – 100
N° 6	3.36	6.9	91.8	
N° 8	2.380	7.1	87.7	80 – 100
N° 10	2.000	5.5	79.2	
N° 16	1.190	14.9	64.3	50 – 85
N° 20	0.840	14.1	50.2	
N° 30	0.590	9.6	40.6	25 – 60
N° 40	0.426	9.3	31.3	
N° 50	0.297	9.3	22.0	10 – 30
N° 80	0.177	13.4	8.6	
N° 100	0.149	3.9	4.7	2 – 10
N° 200	0.074	2.6	2.1	
		2.1		

Fuente: elaboración de laboratorio

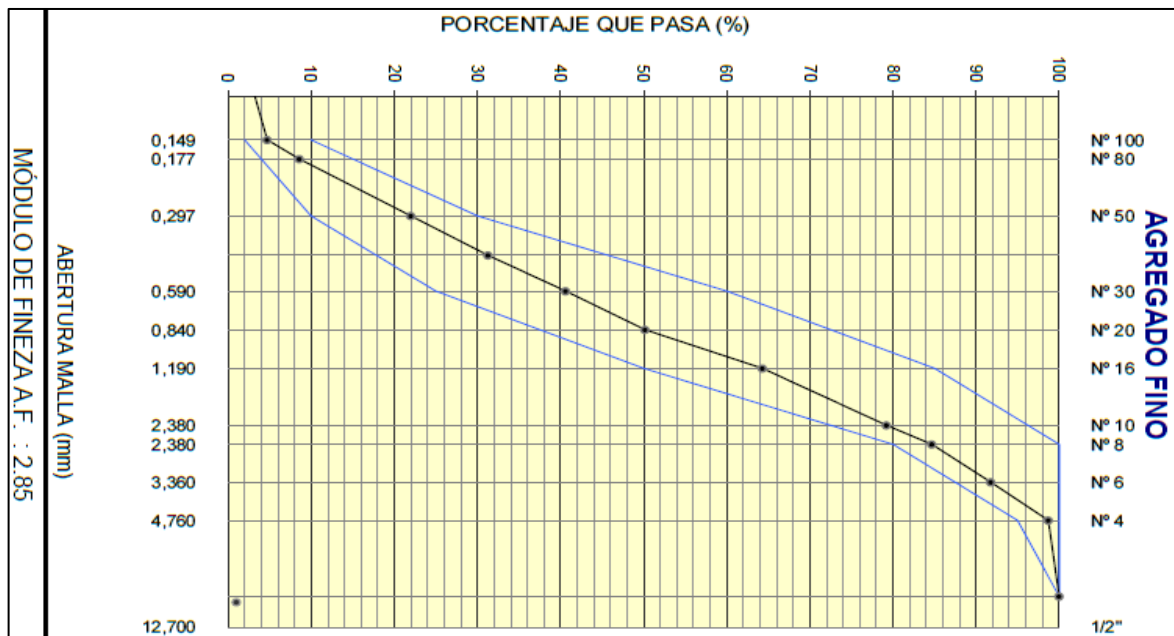


Figura 2. Curva granulométrica de agregado fino

**Tabla 14.** Análisis granulométrico del material de aluminio

Mallas serie americana	GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)				
	ABERTURA (mm)	ALUMINIO			PASA (%)
		PESO (g)	% PARCIAL	ACUMUL.	
3/8"	9.525				
N° 4	4.760				
N° 6	3.36				
N° 8	2.380				
N° 10	2.000				
N° 16	1.190				100
N° 20	0.840	165.9	16.2	16.2	83.8
N° 40	0.426	235.9	23.1	39.3	60.7
N° 50	0.297	165.4	16.2	55.5	44.5
N° 80	0.177	207.0	20.2	75.7	24.3
N° 100	0.149	143.0	14.0	89.7	10.3
N° 200	0.074	102.4	10.0	99.7	0.3
N° 200		3.5	.3	100.0	

Fuente: elaboración de laboratorio

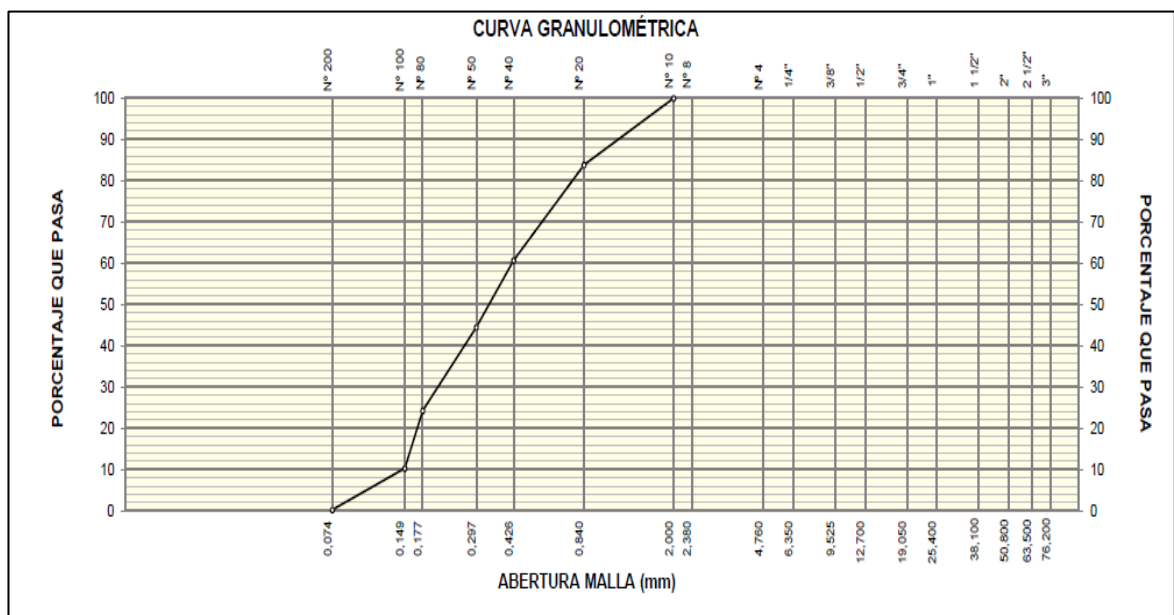


Figura 3. Curva granulométrica del aluminio

## 4.2. Ensayo para determinar las propiedades físicas

### 4.2.1. Ensayo de consistencia

El ensayo de consistencia o prueba del cono de Abrams es conocido como un método de calidad cuyo objetivo principal es medir la consistencia del concreto,

Mediante el asentamiento se puede referir al grado de fluidez de la mezcla, y en la cual se puede indicar que tan seco o fluido está el concreto. Este ensayo tomó en cuenta los parámetros del NTC 396

**Tabla 15.** Comparación de ensayo de consistencia

PORCENTAJE DE ALUMINIO	0%	1%	3%	5%
ASENTAMIENTO (pulg.)	4.5	5	5.5	6

Fuente: elaboración de laboratorio

### 4.2.2. Ensayo de peso unitario

En las siguientes tablas se muestra la información de las muestras en estado en estado endurecido y estos datos son en función a cada porcentaje de aluminio y así obtener una clara información de la densidad de muestra conforme se va añadiendo el aluminio particulado en su respectivo porcentaje.

**Tabla 16.** Peso unitario de muestra patrón

DATOS BÁSICOS					
A	Altura (cm)	20.20	20.00	20.00	
B	diámetro (cm)	10.00	10.00	10.10	
C	Peso (kg)	3.60	3.60	3.60	
D	Volumen A*C (cm <sup>3</sup> )	6345.86	6283.03	6409.32	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FORMULA	VALORES		
Peso unitario del material (kg/m <sup>3</sup> )		C x D	2284.51	2261.89	2307.36
PROMEDIO			2284.59		

Fuente: elaboración de laboratorio

En la presente tabla muestra la información del peso unitario de las probetas con añadiendo el 1% de aluminio a la mezcla

**Tabla 17.** *Peso unitario de muestra con adición al 1% de aluminio*

DATOS BÁSICOS					
A	Altura (cm)	20.20	20.20	20.20	
B	diámetro (cm)	10.00	10.00	10.10	
C	Peso (kg)	3.20	3.20	3.30	
D	Volumen A*C (cm <sup>3</sup> )	6345.86	6345.86	6473.41	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FORMULA	VALORES		
Peso unitario del material (kg/m <sup>3</sup> )		C x D	2030.68	2030.68	2136.23
PROMEDIO			2065.86		

Fuente: elaboración de laboratorio

En la presente tabla muestra la información del peso unitario de las probetas con añadiendo el 3% de aluminio a la mezcla

**Tabla 18.** *Peso unitario de muestra con adición al 3% de aluminio*

DATOS BÁSICOS					
A	Altura (cm)	20.10	20.00	20.10	
B	Diámetro (cm)	10.00	10.10	10.10	
C	Peso (kg)	2.70	2.80	2.80	
D	Volumen A*C (cm <sup>3</sup> )	6314.45	6409.32	6441.37	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FÓRMULA	VALORES		
Peso unitario del material (kg/m <sup>3</sup> )		C x D	1704.90	1794.61	1803.58
PROMEDIO			1767.70		

Fuente: elaboración de laboratorio

En la presente tabla muestra la información del peso unitario de las probetas con añadiendo el 5% de aluminio a la mezcla

**Tabla 19.** *Peso unitario de muestra con adición al 5% de aluminio*

DATOS BÁSICOS					
A	Altura (cm)	20.20	20.20	20.00	
B	diámetro (cm)	10.00	10.00	10.10	
C	Peso (kg)	2.50	2.50	2.60	
D	Volumen A*C (cm <sup>3</sup> )	6345.86	6345.86	6409.32	
RESULTADOS					
DESCRIPCIÓN		FÓRMULA	VALORES		
Peso unitario del material (kg/m <sup>3</sup> )		C x D	1586.47	1586.47	1666.42
PROMEDIO			1613.12		

Fuente: elaboración de laboratorio

### 4.3. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas

#### 4.3.1. Ensayo a la resistencia a la compresión (NTP 339.034)

El ensayo de resistencia que se realizó a las muestras de concreto, se consideraron los estándares que se mencionan en la norma NTP. 339.034, así mismo que dichos parámetros se aplicaron en la muestra de concreto patrón y también en las muestras que se han añadido el aluminio al 1%, 3% y 5%.

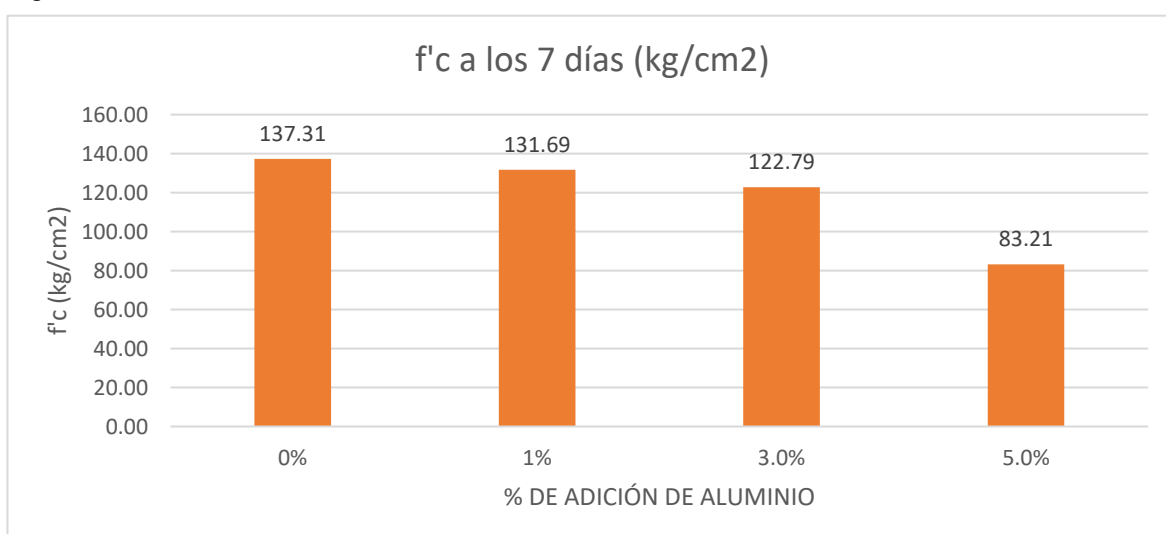
En la presente tabla se muestra el resumen de la información de los ensayos de rotura a los 7 días de su preparación y se contempla la comparación de la rotura del concreto patrón así mismo de los testigos que se ha agregado el aluminio la mezcla al 1%, 3% y 5%

**Tabla 20.** Resumen de ensayo de compresión a los 7 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 7 días $f'c$ 210 (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	137.31
1%	131.69
3%	122.79
5%	83.21

Fuente: elaboración de laboratorio

*Figura 4.* Gráfica de los resultados obtenidos a los 7 días de rotura



En la siguiente tabla muestra el resumen a los 14 días de rotura del ensayo de compresión y se puede ver la comparación de resistencia de cada muestra que se ha realizado con el concreto patrón, y las muestras que se han añadido aluminio al %, 3% y 5%

**Tabla 21.** Resumen de ensayo de compresión a los 14 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 14 días $f'c$ 210 (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	191.76
1%	183.15
3%	169.28
5%	115.35

Fuente: elaboración de laboratorio

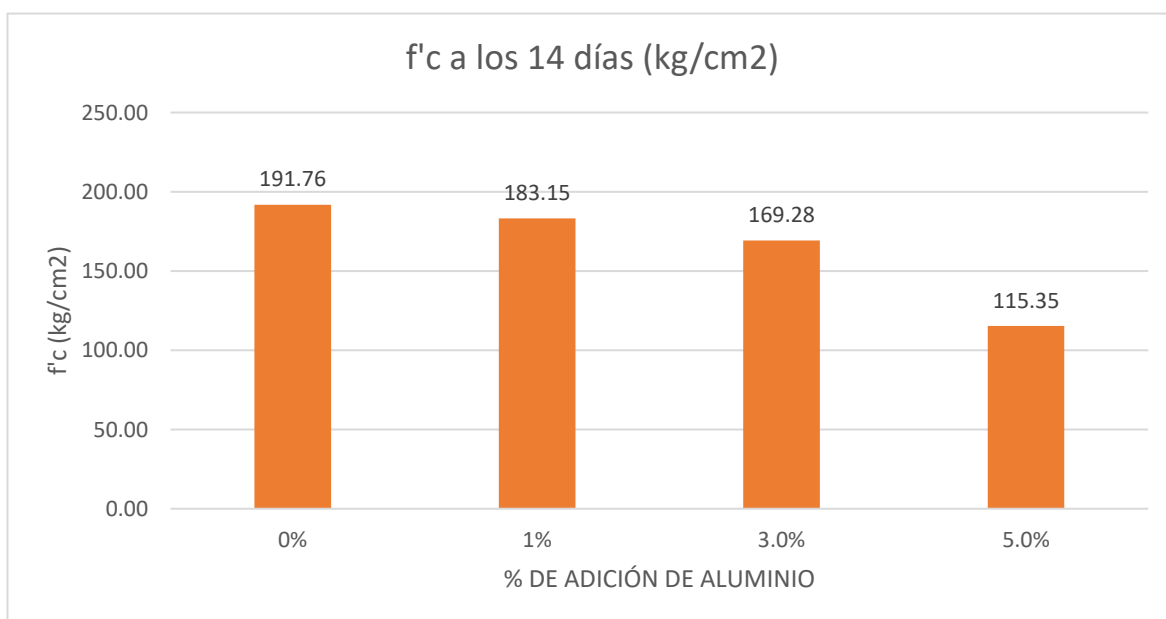


Figura 5. Gráfica de los resultados obtenidos a los 14 días de rotura

En la tabla 22 muestra el resumen del ensayo a los 28 días de su preparación así mismo la comparación de la resistencia del concreto patrón con las muestras que se han añadido aluminio al 1%, 3% y 5%



**Tabla 22.** Resumen de ensayo de compresión a los 28 días.

Porcentaje de adición	Resistencia a la compresión a los 28 días $f'_c$ 210 (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	228.28
1%	193.05
3%	179.82
5%	115.48

Fuente: elaboración de laboratorio

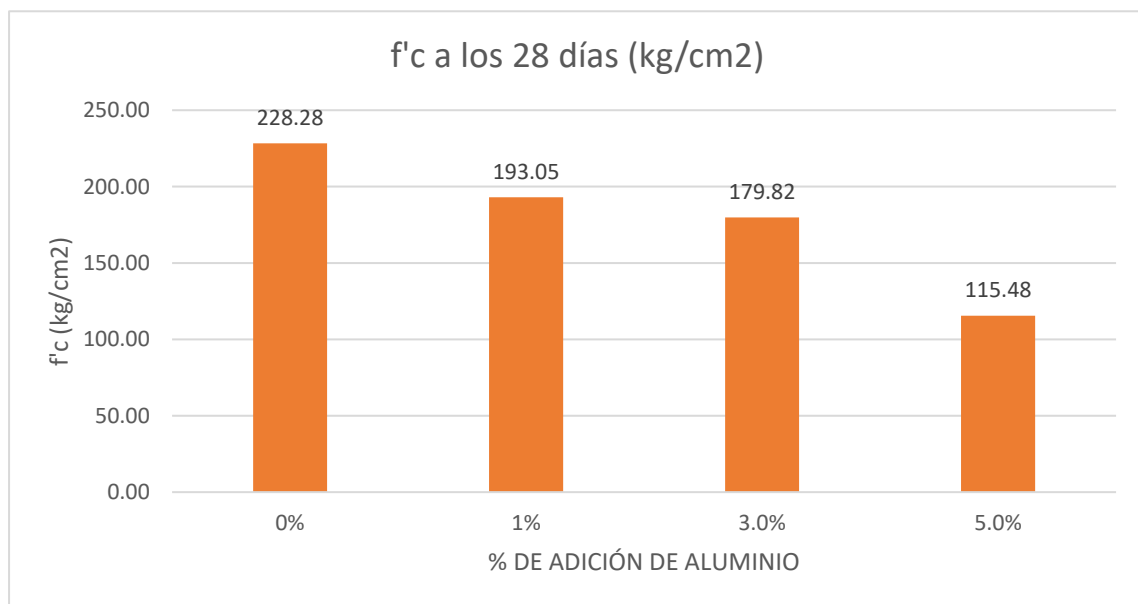


Figura 6. Gráfica de los resultados obtenidos a los 28 días de rotura

### 4.3.2. Ensayo a la resistencia a la flexión (ASTM C78/C78M-21)

En la siguiente tabla muestra el resumen de la resistencia sometida a flexión y ver así mismo la comparación del resultado de las muestras al 1%, 3% y 5%

**Tabla 23.** Resumen de ensayo de flexión a los 28 días

Porcentaje de adición	Resistencia a la flexión a los 28 días $f'c$ 210 (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	46.23
1%	33.29
3%	24.43
5%	15.72

Fuente: elaboración de laboratorio

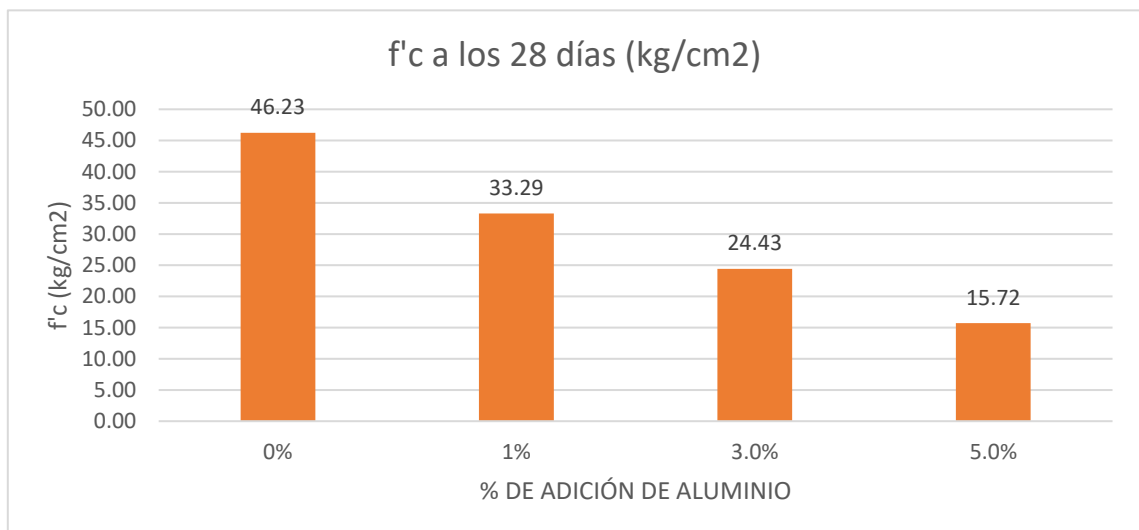


Figura 7. Gráfica de los resultados obtenidos a los 28 días de rotura

#### 4.4. Contrastación de hipótesis

##### a) Respecto a la hipótesis específica 01

H1: La adición de las partículas de aluminio inciden de manera significativa en las propiedades físicas del concreto

H0: La adición de las partículas de aluminio no inciden de manera significativa en las propiedades físicas del concreto

##### Prueba de normalidad

Consideraciones:

SHAPIRO - WILK	KOLMOGOROV – SMIRNOV
n ≤ 50	n > 50

##### Nivel de significancia

Confianza 95%

Significancia 5%

##### Criterio de decisión

Si  $p < 0,05$  rechazamos la H0 y aceptamos la Ha

Si  $p \geq 0,05$  aceptamos la H0 y rechazamos la Ha.

**Tabla 24.** Prueba de normalidad de densidad de muestras

Pruebas de normalidad							
	aluminio	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
densidad	0%	,171	9	,200 *	,934	9	,519
	1%	,178	9	,200 *	,940	9	,577
	3%	,180	9	,200 *	,920	9	,390
	5%	,245	9	,128	,852	9	,079
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

### Decisión y conclusión

Debido a que los datos son menores a 50 se utilizara el análisis por shapiro – wilk  
Y en base al criterio de decisión, como  $p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ . Y se considera un estudio paramétrico, por ende, se utiliza el análisis por anova.

### Prueba de Anova

Consideraciones:

#### Hipótesis

$H_0$  = las medias son iguales

$H_1$  = al menos una de las medias es diferente

Regla de decisión

$P < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y acetamos la  $H_1$

$p \geq 0.05$  asentamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_1$

### Aplicamos la prueba estadística

**Tabla 25.** Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Densidad			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5,802	3	32	,003

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

**Tabla 26.** Anova de un factor

ANOVA de un factor					
Densidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2536991,43	3	845663,81	80565,4	,000
	2		1	34	
Intra-grupos	335,891	32	10,497		
Total	2537327,32	35			
	4				

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

### Conclusión

De la tabla de la prueba de homogeneidad, muestra que la significancia es menor a 0.05, entonces menciona que los grupos no se encuentra homogeneidad

En la tabla de anova por un factor muestra que el valor la significancia es menor a 0.05 se rechaza la  $H_0$  y se acepta el  $H_1$ .

## **b) Respecto a la hipótesis específica 02**

H1: La adición de las partículas de aluminio incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto

Ho: La adición de las partículas de aluminio no incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto

### **Prueba de normalidad**

Consideraciones:

SHAPIRO - WILK	KOLMOGOROV – SMIRNOV
n <= 50	n > 50

### **Nivel de significancia**

Confianza 95%

Significancia 5%

### **Criterio de decisión**

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y acepto la Ha

Si  $p \geq 0,05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

**Tabla 27.** Prueba de normalidad de ensayo a compresión

Pruebas de normalidad							
	aluminio	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
resistencia	0%	,277	3	.	,941	3	,533
	1%	,243	3	.	,972	3	,679
	3%	,306	3	.	,905	3	,401
	5%	,289	3	.	,927	3	,476
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

### Decisión y conclusión

Debido a que los datos son menores a 50 se utilizara el análisis por shapiro – wilk  
 Y en base al criterio de decisión, como  $p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_a$ . Y se considera un estudio paramétrico, por ende, se utiliza el análisis por anova.

### Prueba de Anova

Consideraciones:

#### Hipótesis

$H_0$  = las medias son iguales

$H_1$  = al menos una de las medias es diferente

#### Regla de decisión

$P < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$

$p \geq 0.05$  aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_1$

#### Aplicamos la prueba estadística

**Tabla 28.** Prueba de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
resistencia			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,255	3	8	,856

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

**Tabla 29.** Anova de un factor

ANOVA de un factor					
resistencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19982,213	3	6660,738	1075,950	,000
Intra-grupos	49,525	8	6,191		
Total	20031,738	11			

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

## Conclusión

De la tabla de la prueba de homogeneidad, muestra que la significancia es mayor a 0.05, entonces menciona que los grupos si se encuentra homogeneidad

En la tabla de anova por un factor muestra que el valor la significancia es menor a 0.05 se rechaza la  $H_0$  y se acepta el  $H_1$ .



**Tabla 30. Comparación múltiple por Scheffé**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: resistencia						
Scheffé						
(I) aluminio	(J) aluminio	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	1%	35,23000*	2,03151	,000	28,1347	42,3253
	3%	50,12667*	2,03151	,000	43,0313	57,2220
	5%	112,79667*	2,03151	,000	105,7013	119,8920
1%	0%	-35,23000*	2,03151	,000	-42,3253	-28,1347
	3%	14,89667*	2,03151	,001	7,8013	21,9920
	5%	77,56667*	2,03151	,000	70,4713	84,6620
3%	0%	-50,12667*	2,03151	,000	-57,2220	-43,0313
	1%	-14,89667*	2,03151	,001	-21,9920	-7,8013
	5%	62,67000*	2,03151	,000	55,5747	69,7653
5%	0%	- 112,79667*	2,03151	,000	-119,8920	- 105,7013
	1%	-77,56667*	2,03151	,000	-84,6620	-70,4713
	3%	-62,67000*	2,03151	,000	-69,7653	-55,5747

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Fuente: elaboración de programa estadístico SPSS

## V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Evaluar el resultado de la adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021.

En esta investigación se ha determinado el uso del aluminio como material que formaría parte de la proporción para la mezcla de concreto para así poder evitar el aumento de contaminación, así como lo menciona De la Vega (2021), que mediante su tesis menciona una generación de residuos excedentes y la información que brinda el diario el peruano, el aumento del uso del cemento y así generando un mayor incremento del impacto ambiental conforme el pasar de los años.

En los ensayos se buscó evaluar el implemento del aluminio como material para la mezcla y así reducir los desperdicios de dicho material y también la reducción del uso del cemento y los agregados.

En las propiedades físicas se ha mostrado resultados favorables similares a los estudios realizados por Calle (2019) y Córdova y Flores (2021) ya que durante el proceso de los ensayos al realizar el ensayo de consistencia se obtuvo resultados un aumento favorable ya que el concreto patrón logro obtener un asentamiento de 4.5" y conforme aumenta el aluminio el asentamiento se reduce dando resultados de la implementación de aluminio al 1% con 5" de asentamiento, 3% con 5.5" y 5% con 6" de asentamiento así mismo con el peso unitario ya que con el aumento de aluminio en la mezcla y luego tras pasar por la reacción química que produce el aluminio con el contacto al concreto generando así burbujas de hidrogeno provocando así mismo los vacíos.

Por lo contrario, en las propiedades mecánicas se han obtenido resultados contradictorios a lo reflejado en la hipótesis, con respecto a los estudios realizados por Velarde (2017), Chumacero (2020), mencionan resultados positivos en sus ensayos en respecto a las propiedades mecánicas, y esto se debe a la mismos proporción de aluminio que se implementó así como también su diseño de mezcla, y de qué manera se ha implementado el material de aluminio, debido que las investigaciones de los autores mencionados han utilizado el aluminio en polvo

fundido así como también en virutas que han generado un mejor resultado en los ensayos para determinar sus propiedades mecánicas.

Los ensayos de resistencia a la compresión debido a la reacción química que provoca el aluminio con el contacto al concreto generando así vacíos y provocando la reducción de la resistencia a comparación de los autores que han logrado llegar con el reemplazo de aluminio al 1% con una resistencia del 95% con respecto al concreto patrón así mismo el 3% llegando al 85% y el 5% llegando al 65% con respecto a la resistencia del concreto patrón. En cambio, en la investigación de los autores se logró obtener entre un rango del 98% al 110% con respecto a su concreto de diseño dando así un mayor beneficio para su uso de manera estructural.

Con respecto a la resistencia a flexión, se obtuvieron resultado de manera negativa con respecto a los antecedentes y esto también se debe a la reacción química que genera el aluminio al concreto, reduciendo así mismo su resistencia, además se tomó en cuenta que en la investigación que presenta uno de los autores mencionados ha utilizado el material en virutas que así mismo aumento la resistencia del concreto favoreciendo así a la flexión, así mismo con resultados positivos a la resistencia a compresión.

Discusión 2: Determinar la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto Lima 2021.

La incidencia que genero las partículas de aluminio en las propiedades físicas en el concreto con diseño de resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , se han logrado resultados positivos, similares a los estudios de Calle (2019) debido que en su investigación se muestra resultados favorables al implementar el aluminio en polvo para ver el resultado de su asentamiento y poder ver su trabajabilidad del concreto, dando así resultados similares ya que la muestra con el 3% de aluminio llego a obtener un asentamiento de 5.5" y por el lado del investigador al implementar el aluminio llego a un asentamiento de 5" dando una mejor consistencia, ya que mientras más se agregaba el material de aluminio en la mezcla y luego de pasar el proceso de batido,

al realizar el ensayo de slump se mostró una reducción en su asentamiento, y así dando una mejor trabajabilidad a la mezcla preparada.

Así mismo en su peso unitario fue favorable, resultados que se pueden comparar con similitud a Córdova y Flores (2021) ya que durante la investigación que han realizado, han demostrado que el uso de aluminio genera una reducción en su peso al concreto en estado endurecido, mediante la investigación han demostrado que el uso del aluminio cuenta con una densidad de  $1675 \text{ kg/m}^3$  que vendría a ser una disminución del 20% con respecto a su concreto de patrón y a comparación con la investigación que se ha realizado y se obtuvo una densidad de  $1720.42 \text{ kg/m}^3$  que vendría a ser una disminución del 16% con respecto al concreto patrón, y esto es conforme al aumento de aluminio que se va implementando en el proceso, además estos resultados se deben a la reacción química que genera el aluminio con el mismo concreto, así mismo lo ha mencionado Chumacero (2020), que durante el proceso de colocación de mezcla en los recipientes, el mismo aluminio genera burbujas de hidrogeno que estas mismas burbujas al expandirse genera un rebalse del material, y luego durante su proceso de endurecimiento se muestra un material poroso y esto es debido a dicha reacción.

Discusión 3: Establecer el resultado de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021.

El implemento de aluminio en partículas al concreto con la dosificación  $f'c$  210  $\text{kg/cm}^2$  al pasar los 28 días no se ha logrado obtener los resultados previsto en la hipótesis en la cual es contradictorio con Velarde (2017) debido que en su investigación al concreto de diseño que ha proporcionado con aluminio al 1.5 % tuvo un alcance de 195 a 202  $\text{kg/cm}^2$  en cambio la investigaciones se ha realizado con el 1% obtuvo un rango entre 190 a 193  $\text{kg/cm}^2$ , además dentro de su investigación muestra el implemento de aditivo superplastificante al 1% dentro de la mezcla de con aluminio y logra a obtener una mejora aumentado así ale rango de resistencia que oscila entre 225 a 240  $\text{kg/cm}^2$ , y esto se debe a la implementación del mismo aluminio ya que el material que se ha utilizado en su investigación se ha añadido como aditivo, sin restar el volumen de capacidad de

diseño y esto hace que el resultado este más acorde a la resistencia de diseño en cambio en la investigación se ha reemplazado en volumen a la mezcla de diseño, ya que se busca una manera de reducir el uso de material como el cemento y los demás agregados.

Además, en los ensayos de flexión se obtuvieron resultados negativos en función a la flexión ya que en comparación a Chumacero (2020) mediante su estudio logro obtener resultados positivos en los ensayos de flexión ya que al implementar virutas de aluminio secundario a un 3.5% ha logrado obtener un resultado de 6.83 Mpa de capacidad de resistencia que seria 68.65 kg/cm<sup>2</sup>, y estos resultados se logró obtener por el mismo material que ha logrado obtener ya que las virutas de aluminio han brindado una función de agarre al concreto impidiendo que se logre a romper la muestra. por lo contrario, en la investigación realizada, en el ensayo de flexión se obtuvo resultados con el implemente de 1% de aluminio particulado que llego su resistencia a 33.29 kg/cm<sup>2</sup>.

## VI. CONCLUSIONES

1. Luego de la evaluación de los resultados obtenidos a través de los ensayos de laboratorio se determina que no existe una incidencia positiva al adicionar aluminio particularizado al 1% 3% y 5% en las propiedades físico-mecánicas en tal sentido que no se mejoran los valores obtenidos en comparación con el concreto patrón.
2. Al finalizar la examinación se determina que la adición de aluminio particularizado en dosis de 3 % con respecto al peso del cemento y en reemplazo de este último incide de manera positiva en las propiedades físicas del concreto de tal forma que el slump aumenta en un 22% (5.5") y la densidad del concreto se ve reducida en un 24.35 % (1720.42 kg/m<sup>3</sup>) del modelo patrón.
3. Después del análisis se determina que la adición de aluminio particularizado en dosis de 1 % con respecto al peso del cemento y en reemplazo de este último no incide de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto, en tal sentido que la resistencia a compresión a los 28 días llegó al 85% (193.05 kg/cm<sup>2</sup>) de la resistencia del modelo patrón y la resistencia a la flexión llegó al 72 % (33.29 kg/cm<sup>2</sup>) de la resistencia del modelo patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de la adición de 3% de aluminio particularizado en elemento de concreto sin fines estructurales tales como: cimentaciones corridas, falsos pisos, solados, veredas, etc. puesto de que esta muestra no alcanza la resistencia mínima ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ) requerida en concreto para fines estructurales.
2. Es recomendable tener un exhaustivo control en la dosificación utilizada para las probetas y ensayos. Así mismo es importante tener un control en la relación agua cemento debido a que esto influye en el slump y trabajabilidad que se busca obtener.
3. Se sugiere el uso de aditivo plastificantes en las dosificaciones de aluminio particularizado de tal forma que se puedan controlar en mejor medida los porcentajes de vacíos producidos. Así mismo si se busca un concreto con mayor cantidad de porcentaje de vacíos se recomienda el uso de mayores dosis.
4. Es importante especificar la procedencia del aluminio que se será utilizando durante el proceso de la investigación, debido a que diferentes fuentes de aluminio podrían producir diferentes reacciones en las propiedades del concreto.
5. Se invita a usar de este tipo de concreto en estudios de concretos drenantes o donde se requiera el uso de mayores cantidades de vacíos, pues la adición de aluminio particularizado incide significativamente en el aumento del porcentaje de vacíos.
6. Se recomienda el uso de aluminio de porcentajes menores al 1% en la adición de aluminio particularizado para mantener en mayor medida las propiedades mecánicas del concreto.
7. Se sugiere el uso de tiras de aluminio en el estudio de las propiedades mecánicas del concreto tales como son la resistencia a la compresión y la flexión, debido a que el diámetro de las partículas de aluminio incide significativamente en el porcentaje de vacíos del concreto.

## REFERENCIAS

ANDRÉ de Oliveira et al. Eco-concrete for sustainability: utilizing aluminium dross and iron slag as partial replacement materials. Silva, Cledson Influência do aditivo espumígeno na dosagem e nas propriedades do concreto celular aerado. Material (Río de Janeiro) [en línea]. 2018, v. 23, no. 1 [Consultado el 22 de octubre de 2021], Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0325>

ARRIOLA, Cesar y GARCÍA, María. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibras de aluminio reciclado, Lima, 2018. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/24595>

BAPTISTA, María; FERNÁNDEZ, Carlos y HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología a la investigación. 6.a. ed. Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES. 2014.632 pp.  
Disponible en: <https://cutt.ly/KYsaFR9>  
ISBN: 9781456223960

BUENA, Guillermina. Metodología a la investigación. 3.a ed. Grupo Editorial Patria, 2017. 155pp  
Disponible en: <https://bit.ly/3xQsmSS> .  
ISBN: 9786077447481

CARRILLO, Julián; SILVA, Diego y SÁNCHEZ, Martha. Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. Ing. invest. y tecnol. [online]. 2016, vol.17, n.4 [Fecha de consulta 13/10/2021], pp.499-510.  
Disponible en: <https://bit.ly/3dkiMyg>.  
ISSN 1405-7743.

CAMPOY-BENCOMO, Noé Abimael et al. Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. Ing. invest. y tecnol. [online]. 2021, vol.22,n.1 [Fecha de consulta 13/10/2021].  
Disponible en:<https://bit.ly/3omEoQJ>.



ISSN 1405-7743.

CALLE, Percy y BENAVENTE, Christian. Análisis y diagnóstico del polvo de aluminio sobre el asentamiento en un concreto ligero, en la provincia de Huará – 2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3061>

CERONI, Mario. ¿Investigación básica, aplicada o sólo investigación? Rev. Soc. Quím. Perú [En línea]. 2010, vol.76, n.1 [fecha de revisión 20 de octubre], pp.5- 6.

Disponible en: <https://bit.ly/31rcuKr>.

ISSN 1810-6340.

CHICA, Lina y ALZATE, Albert. Cellular concrete review: New trends for application in construction. Construction and Building Materials, [en línea]. Octubre-diciembre 2018. [Fecha de consulta: 5 de abril del 2022].

Disponible en: <https://acortar.link/R4u9tm>

Consumo de cemento creció 66.2% [en línea]. Elperuano.PE. 02 de agosto de 2021. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2022].

Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/125876-consumo-de-cemento-crecio-662>

Consumo nacional de cemento creció 4.7% en el 2019 [en línea]. Gestion.PE. 18 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022].

Disponible en: <https://gestion.pe/economia/consumo-nacional-de-cemento-crecio-47-en-el-2019-noticia/?ref=gesr>

DE LA VEGA, Miguel. El sector construcción es un magnífico aliado para el crecimiento del PBI del país [en línea]. El peruano. PE. 24 de abril de 2021. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3djFNBo>

DIAZ, Jorge. Diseño de concreto f'c 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando fibra de acero, utilizando agregado de la cantera Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de La Rioja, región San Martín. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, 2018.

DONIEC, Andrzej. A cellular concrete material used for thorough cleaning of wastewater generated in electroplating process". *Tecnologías limpias y política medioambiental*. [EN línea] 2021. Fecha de consulta: 13 de octubre]

Disponible: <https://bit.ly/3pIIC4X>

DORWART, Brian. et al. The Use of Low-Density Cellular Concrete (LDCC) in Annular Fill Applications: Kaneohe-Kailua Sewer Tunnel Case Study. *Proceedings*, [en Línea], enero 2021, vol 1, 2021. [Fecha de consulta 10 de octubre de 2021]

Disponible en: <https://cutt.ly/CL3sQb6>

ISSN: 1045-9065

FREITAG, S. et al. A thermoelectrically stabilized aluminum acoustic trap combined with attenuated total reflection infrared spectroscopy for detection of *Escherichia coli* in water. *Lab on a chip* [en línea] agosto de 2021, vol. 21, n°9 [Fecha de consulta 28 de noviembre].

Disponible en: <https://cutt.ly/sL3sYhz>.

DOI:10.1039/d0lc01264e

FEDERICO M. MAZZOLANI et al. *Aluminium Constructions: Sustainability, Durability and Structural Advantages*. PFAFFIKON: Trans Tech Publications Ltd, 2016. [ fecha de revisión: 28 de octubre]. Disponible en: <https://bit.ly/3ojOOAO> ISBN 9783035710441.

GALLARDO, Eliana, *Metodología a la Investigación*. Huancayo: Universidad Continental, 2017. 98 pp.

ISBN ELECTRÓNICO: 9786124196

GARCIA, Juan y MUÑOZ, Sócrates. *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundario*, Lambayeque, 2020. Tesis (título de Ingeniero Civil). Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2020.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8075>

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Torres. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES.2018. 752pp.

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

ISBN:978156260965

JAVALI S et al. Eco-concrete for sustainability: utilizing aluminium dross and iron slag as partial replacement materials. *Clean Technologies & Environmental Policy* [En línea]. 2017 [fecha de revisión: 17 de octubre] 2291–304.

Recuperado de: <https://bit.ly/3xQEzHn>

ISSN:1618-9540

KAUFMAN, J. G. Fire Resistance of Aluminum and Aluminum Alloys and Measuring the Effects of Fire Exposure on the Properties of Aluminum Alloys. Materials Park, OH: ASM International, 2016. [ fecha de revisión: 28 de octubre].

Disponible en: <https://bit.ly/3dhJBDO>

ISBN 9781627081061.

MADRID, Maggi [et al]. Análisis de ciclo de vida en bloques de hormigón: comparación del impacto producido entre bloques tradicionales y con subproductos [en línea]. Vol. 74. [Fecha de consulta\_ 15 de enero de 2022].

Disponible en: <https://cutt.ly/QL3sSCj>

ISSN: 0020-0883

MAKUL, N.; SUA-IAM, G. *Advances in Modern Cement and concrete*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc, 2017. [ fecha de revisión: 25 de octubre]

Recuperado de <https://bit.ly/3xSq4m6>

ISBN 9781536110371.

MENDOZA, Isabel y CHÁVEZ, Sandra. *REVISTA de Ingeniería Civil* [en línea]. Diciembre 2017, n° 2. Ecorfan, 2020. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2022]

Disponible en: <https://cutt.ly/5L3sF5z>

ISSN: 2523-2428

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E – 060, of 2019. *Concreto Armado*. Lima: INN, 2019. 193 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3xTOOul>

NENADÁLOVÁ, Š.; JOHOVÁ, P.; SAJDLOVÁ, T. *23rd Concrete Days 2016*. Zurich: Trans Tech Publications Ltd, 2017. [ fecha de revisión: 27 de octubre].

Disponible en: <https://bit.ly/3IAw7H7>

ISBN 9783035711059.

NAG, P. K. A Simplified Approach To Concrete Technology. New Delhi: Laxmi Publications Pvt Ltd, 2016. [ fecha de revisión: 27 de octubre] disponible en: <https://bit.ly/3EuSaqo>  
ISBN: 9789351382096

PACHECO, Carlos, FUENTES, Luis, SÁNCHEZ, Edgar, RONDÓN, Hugo. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. [En línea]. 2017, V° 34, n.º2. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3dlxmFA>  
ISSN: 2145-9371

RAMOS, Kleber. Propuesta de dosificación para hormigón celular utilizando polvo de aluminio en diferentes fracciones de peso respecto al cemento y su influencia en propiedades mecánicas del hormigón. Quito: Universidad Politécnica Nacional. 2021  
Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3061>

RAFAEL, Brayan y REYNAL, Abel. Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Trujillo 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/26571>

REVISTA Global Cement Magazine [en línea]. Surrey: Pro Global Media Ltd, 2020. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022]  
Disponible en: <http://cementassociation.ir/Library/308.pdf>  
ISSN: 1753-6812

REVISTA International Cement Review [en línea]. Surrey: Tradeship Publication Ltd, 2017. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022]  
Disponible en: <https://cutt.ly/wL3s9xl>  
ISSN: 09059-6038

ROBINSON, S. Reinforced Concrete: Design, Performance and Applications. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc, 2017. [ fecha de revision 28 de octubre].  
Disponible en: <https://bit.ly/3lj1kbH>

ISBN 9781536107524.

REITERMAN, P. Special Concrete and Composites 2017. Pfaffikon, Switzerland: Trans Tech Publications Ltd, 2018. [ fecha de revisión: 27 de octubre]. Disponible en: <https://bit.ly/3pILQW7>

ISBN 9783035712407.

RUIZ, Francisco y VASALLO, Michael. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS Y UG, Trujillo 2018 Tesis (título en Ingeniería Civil) Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14825>

SARLINGO, Marcelo. Sinergias contaminantes y hegemonías duraderas en el centro de la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Revista de Antropología Iberoamericana [online]. 2017, vol 14, N. 1 [Fecha de consulta 13/10/2021], pp.1 -22.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>

ISSN 1695-9752.

SILVA, Cledson André de Oliveira et al. Influência do aditivo espumígeno na dosagem e nas propriedades do concreto celular aerado. Material (Rio de Janeiro) [en línea]. 2018, v. 23, no. 1 [Consultado el 22 de octubre de 2021], Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0325>

ISSN 1517-7076

SOUDAIS, PRN, CAMACHO, JS y PARSEKIAN, GA. Influence of transverse rebars on bond between steel reinforcement and cellular concrete with very low compressive strength [online]. 2018, v. 11, no. 03 [fecha de consulta 14 de octubre de 2021], págs. 620-643. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952018000300011>

ISSN 1983-4195

VELARDE, Alfredo y VÁSQUEZ, Iván. Evaluación del polvo de aluminio fundido sobre el asentamiento, compresión, densidad, absorción en un concreto ligero, Trujillo – 2017. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/12744>

ZHOU, Y.; JIN, G. Basic test of mix proportion of foamed concrete with aluminum powder as foaming agent. IOP Conference Series: Earth & Environmental Science, [s. l.], v. 787, p. 1–6, 2021. [Consultado el 22 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/31ucpFI> .

ISSN 1755-1307

**ANEXOS**

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN		INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
PARTÍCULA DE ALUMINIO	Según Córdova y Flores (2021 pág. 17) [...] es un polvo que carece de olor, es liviano, su color suele ser plateado sutilmente blanco a gris, este material abunda en toda la superficie de la tierra y se encuentra en los minerales que tienen silicio, flúor y oxígeno.	Las partículas de aluminio por medio de corte y desbaste de los perfiles y reglas de aluminio que han sido desechadas, y se adicionaron en el concreto al 1%, 3% y 5% en reemplazo de la mezcla.	Propiedades físicas	Proporción	Porcentaje de adición	%	razón
				Granulometría	Tamizaje	mm	Razón
				Densidad	Ensayo de peso unitario	kg/cm <sup>3</sup>	razón
PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS	Según Ruiz y Vasallo (2018) las propiedades físicas son aquellas cualidades que se identifican a simple vista y las propiedades mecánicas están relacionadas al comportamiento del concreto en estado endurecido. (pág. 25)	En las propiedades físicas se consideró la trabajabilidad del concreto así mismo en las propiedades mecánicas se considera la resistencia a la compresión y flexión	Propiedades físicas		Consistencia	pulg.	razón
					Densidad	kg/cm <sup>3</sup>	razón
			Propiedades mecánicas		Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	razón
					Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>	razón



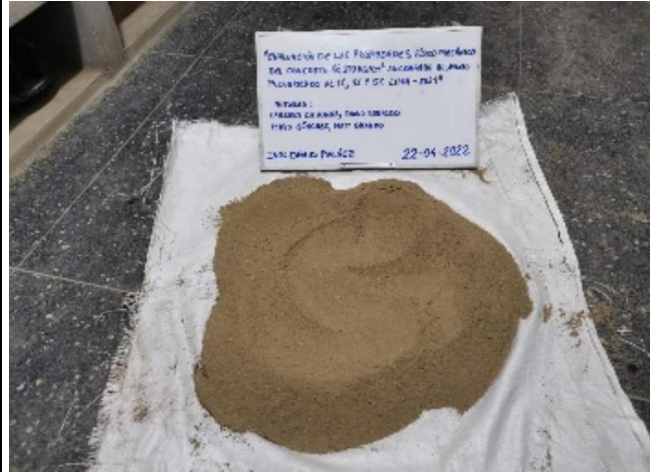
## Matriz de consistencia de variables

Título de investigación: Incidencia de adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto, Lima 2021					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables, Dimensiones		Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente: aluminio particulado		<b>Metodología de la investigación:</b> Científico, hipotético deductivo  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Diseño de Investigación:</b> Cuasiexperimental  <b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativo  <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo  <b>Población:</b> 72 ensayos  <b>Muestra:</b> 4 muestras  Muestra patrón (18 und) muestra al 1% (18 und) muestra al 3% (18 und) muestra al 5% (18 und)  <b>Muestreo:</b> No probabilístico
¿Cuál es el resultado de la adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021?	Evaluar el resultado de la adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021.	La adición de las partículas de aluminio incide positivamente en las propiedades del concreto Lima 2021.	Dimensión		
			Propiedades físicas	Proporción	
				Granulometría	
			Densidad		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente: propiedades físico – mecánicas		
¿Cuál es la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto Lima 2021?	Determinar la incidencia de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades físicas del concreto Lima 2021.	La adición de las partículas de aluminio incide de manera significativa en las propiedades físicas del concreto Lima 2021.	Propiedades físicas	Consistencia	
				Densidad	
¿Cuál es el resultado de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021?	Establecer el resultado de la adición de las partículas de aluminio en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021.	La adición de las partículas de aluminio incide positivamente en las propiedades mecánicas del concreto Lima 2021.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	

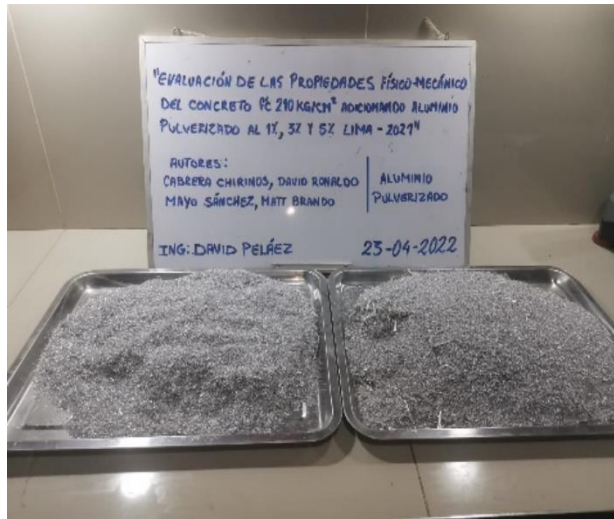
## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Agregado grueso



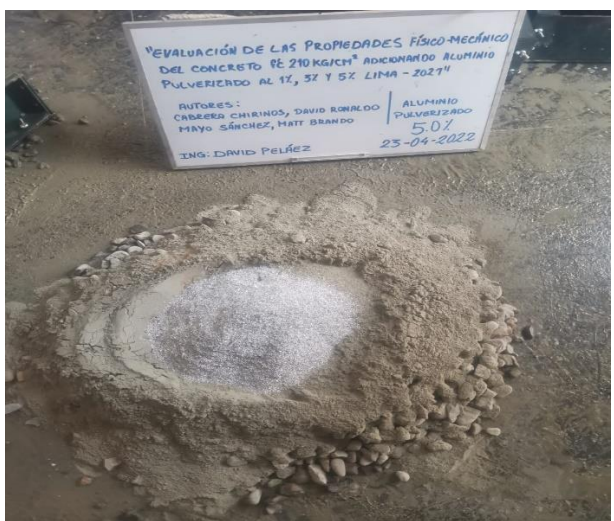
Agregado fino



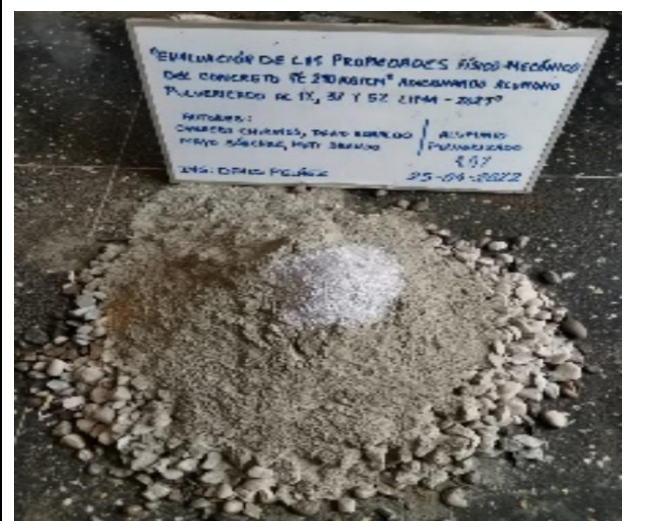
Selección de aluminio



Corte de reglas para recolectar las partículas de aluminio



Proporción de la mezcla al 5%



Proporción de la mezcla al 1%

## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Preparación de mezcla de material



Realización de ensayo de consistencia con el cono de Abrams



Probetas de concreto con la adición



Vigas de concreto para rotura de flexión



Separación del material de aluminio



Revisión de los materiales en laboratorio

## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Selección de materiales



Separación del aluminio



Revisión del material de aluminio



Revisión de impurezas en material

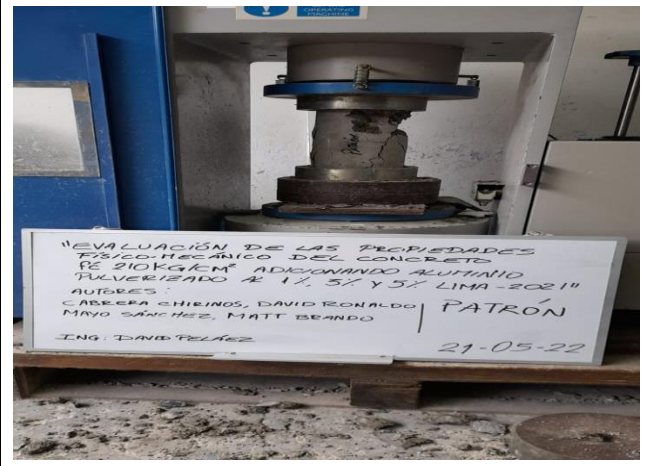


Llevado de muestra para curado



Identificación de muestras

## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



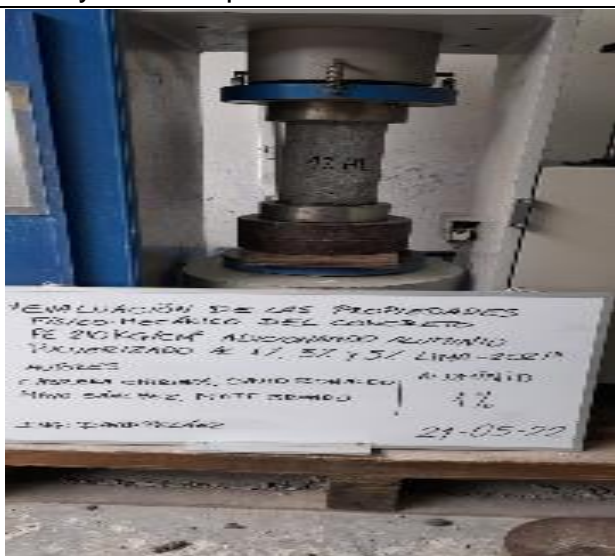
Ensayo de compresión

Ensayo de compresión



Ensayo de compresión

Ensayo de compresión



Ensayo de compresión

Ensayo de compresión

## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Ensayo de compresión



Ensayo de compresión



Ensayo de compresión



Ensayo de compresión

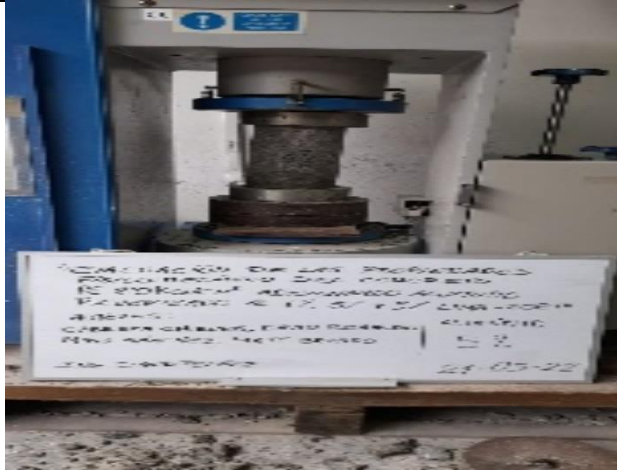


Ensayo de compresión



Ensayo de compresión

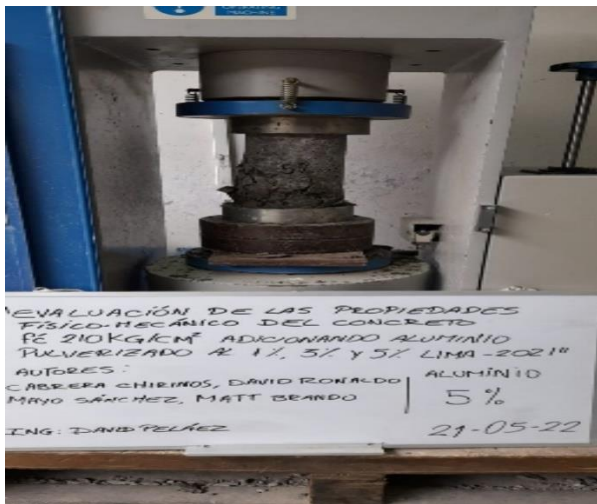
## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Selección de materiales



Separación del aluminio



Revisión del material de aluminio



Revisión de impurezas en material



Llevado de muestra para curado

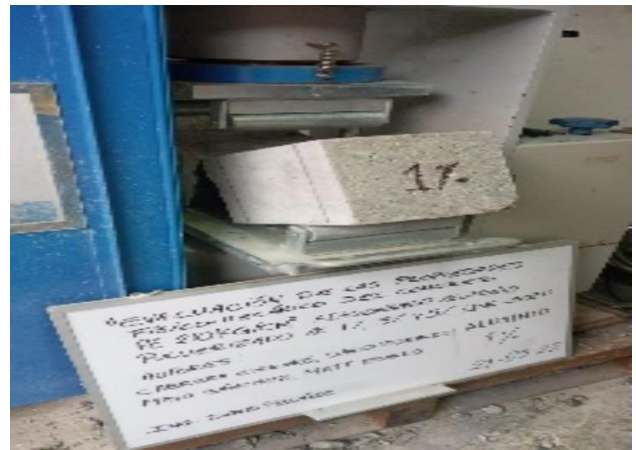


Identificación de muestras

## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Selección de materiales



Separación del aluminio



Revisión del material de aluminio



Revisión de impurezas en material



Llevado de muestra para curado



Identificación de muestras



## EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Selección de materiales



Separación del aluminio



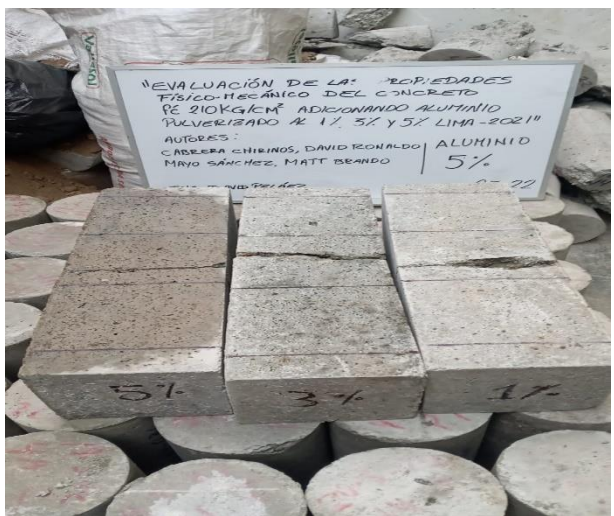
Revisión del material de aluminio



Revisión de impurezas en material



Llevado de muestra para curado



Identificación de muestras



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

TÍTULO	: "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"	REGISTRO	<b>062/2022.GEOSUR</b>
UBICACIÓN	: LIMA - LIMA - PERÚ	TÉCNICO	: D.I.P
AUTORES	: CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO	FECHA	: 15-04-2022
MUESTRA	: AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND		

MÉTODO DISEÑO : ACT - COMITÉ 211

DATO DE RESISTENCIA BASE A LOS 28 DÍAS $f'_c =$	: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURA	: PAVIMENTO RÍGIDO
RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO A LOS 28 DÍAS $f'_{cr}$	: 294 Kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA PROMEDIO	: 84 Kg/cm <sup>2</sup>
CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)	TIPO : I	MARCA : SOL	PC PESO ESPECÍFICO : 3.11

		AGREGADOS			
		F	FINO	G	GRUESO
I	PESO ESPECÍFICO BULK SECO		2.661		2.680
II	PESO UNITARIO SUELTO		1615		1754
III	PESO UNITARIO VARILLADO				1916
IV	ABSORCIÓN DE AGUA		0.67		0.43
V	CONTENIDO DE HUMEDAD		0.47		0.29
VI	MÓDULO DE FINEZA		2.85		7.21
VII	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO				1.00

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA			FÓRMULAS	VALORES	
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP)	plg	A	DATO	4.0
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	L/m <sup>3</sup>	B	TABLA	193.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	%	C	TABLA	1.5
D	RELACION AGUA - CEMENTO		D	TABLA	0.56
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO	m <sup>3</sup>	E	TABLA	0.67
F	PESO DEL CEMENTO	kg/m <sup>3</sup>	F	B/D	345.6
G	FACTOR CEMENTO	kg/m <sup>3</sup>	G	H/42.5	8.1
H	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	kg/m <sup>3</sup>	H	[III G]*E	1274.1
I	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	m <sup>3</sup>	I	F/(PC*1000)	0.1111
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	m <sup>3</sup>	J	B/1000	0.1930
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	m <sup>3</sup>	K	C/100	0.0150
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	L	H/([I G]*1000)	0.4754
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	M	1-(I+J+K+L)	0.2054
N	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	kg	N	M*[I F]*1000	546.7
O	PESO DEL AGREGADO FINO HÚMEDO	kg	O	N*(1+[V F]/100)	549.2
P	PESO DEL AGREGADO GRUESO HÚMEDO	kg	P	H*(1+[V G]/100)	1277.8
Q	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	%	Q	[V F]-[I V F]	-0.2
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	%	R	[V G]-[I V G]	-0.1
S	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	L	S	N*(Q/100)	-1.1
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	L	T	H*(R/100)	-1.8
U	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	L	U	S+T	-2.9
V	AGUA EFECTIVA	L	V	B-U	195.9

## VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)

CEMENTO :	346 Kg	AGUA :	193 L	AGREGADO FINO :	547 Kg	AGREGADO GRUESO :	1274 Kg
-----------	--------	--------	-------	-----------------	--------	-------------------	---------

## VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

CEMENTO :	346 Kg	AGUA :	196 L	AGREGADO FINO :	549 Kg	AGREGADO GRUESO :	1278 Kg
-----------	--------	--------	-------	-----------------	--------	-------------------	---------

## PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIÓN EN PESO [KG]		PROPORCIÓN EN VOLUMEN [FT <sup>3</sup> ]	
	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD
CEMENTO	1	1	1	1
AGREGADO FINO	1.58	1.59	1.47	1.47
AGREGADO GRUESO	3.68	3.69	3.15	3.15
AGUA (En litros/bol.)	23.71	24.06	23.71	24.06

OBSERVACIONES : Datos y Muestras proporcionados por el Solicitante

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 263117



## PESO UNITARIO SUELTO DEL ALUMINIO PULVERIZADO ASTM C-29

SOLICITANTE : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO  
TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"  
UBICACIÓN : LIMA - LIMA - PERÚ

REGISTRO : 062/2022.GEOSUR

TÉCNICO : D.I.P

FECHA : 15-Abr-22

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CANTIDAD : 5.0 Kg

MUESTRA : ALUMINIO PULVERIZADO

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	9211.0	9211.0	9211.0
B	Peso del recipiente (g)	6432.0	6432.0	6432.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	2779.0	2779.0	2779.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )	C / D	1307.8	1307.8	1307.8
PROMEDIO :		1308.0		

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## PESO UNITARIO VARILLADO DEL ALUMINIO PULVERIZADO ASTM C-29

SOLICITANTE : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO	REGISTRO <b>062/2022.GEOSUR</b>
TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"	TÉCNICO : D.I.P
UBICACIÓN : LIMA - LIMA - PERÚ	FECHA : 15-Abr-22
REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
CANTIDAD : 5.0 Kg	
MUESTRA : ALUMINIO PULVERIZADO	

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	9516.0	9508.0	9514.0
B	Peso del recipiente (g)	6432.0	6432.0	6432.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	3084.0	3076.0	3082.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )	C / D	1451.3	1447.5	1450.4
PROMEDIO :		1450.0		

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## CALIDAD DE AGREGADOS

TÍTULO	: "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"	REGISTRO	<b>062/2022.GEOSUR</b>
UBICACIÓN	: LIMA - LIMA - PERÚ	TÉCNICO	: D.I.P
AUTORES	: CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO	FECHA	: 15-04-2022
MUESTRA	: AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND		

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN PROF. (m) ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO			
		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA
		3"	76.200				
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100		100.0				
1"	25.400	3.8	96.2				
3/4"	19.050	25.9	70.3				
1/2"	12.700	40.2	30.1				
3/8"	9.525	21.5	8.6		100.0		
N° 4	4.760	6.6	2.0	1.3	98.7		
N° 6	3.360	2.0		6.9	91.8		
N° 8	2.380			7.1	84.7		
N° 10	2.000			5.5	79.2		
N°16	1.190			14.9	64.3		
N° 20	0.840			14.1	50.2		
N° 30	0.590			9.6	40.6		
N° 40	0.426			9.3	31.3		
N° 50	0.297			9.3	22.0		
N° 80	0.177			13.4	8.6		
N° 100	0.149			3.9	4.7		
N° 200	0.074			2.6	2.1		
-200	-			2.1	-		
PESO UNITARIO SUELTO, kg/m³		1754.0		1615.0			
PESO UNITARIO VARILLADO, kg/m³		1916.0		--			
PESO ESPECÍFICO BULK SECO		2.680		2.661			
PESO ESPECÍFICO BULK SAT.		2.691		2.679			
PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS		2.711		2.710			
ABSORCIÓN DE AGUA, %		0.43		0.67			
MÓDULO DE FINURA		7.21		2.85			

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

  
**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 263117



Geotecnia e Ingeniería SAC  
ENSAYOS DE MATERIALES, DISEÑOS DE PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

## CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

TÍTULO

: "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO

: D.I.P  
062/2022.GEOSUR

UBICACIÓN

: LIMA -LIMA - PERÚ

TÉCNICO

: D.I.P

AUTORES

: CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SANCHEZ, MATT BRANDO

FECHA

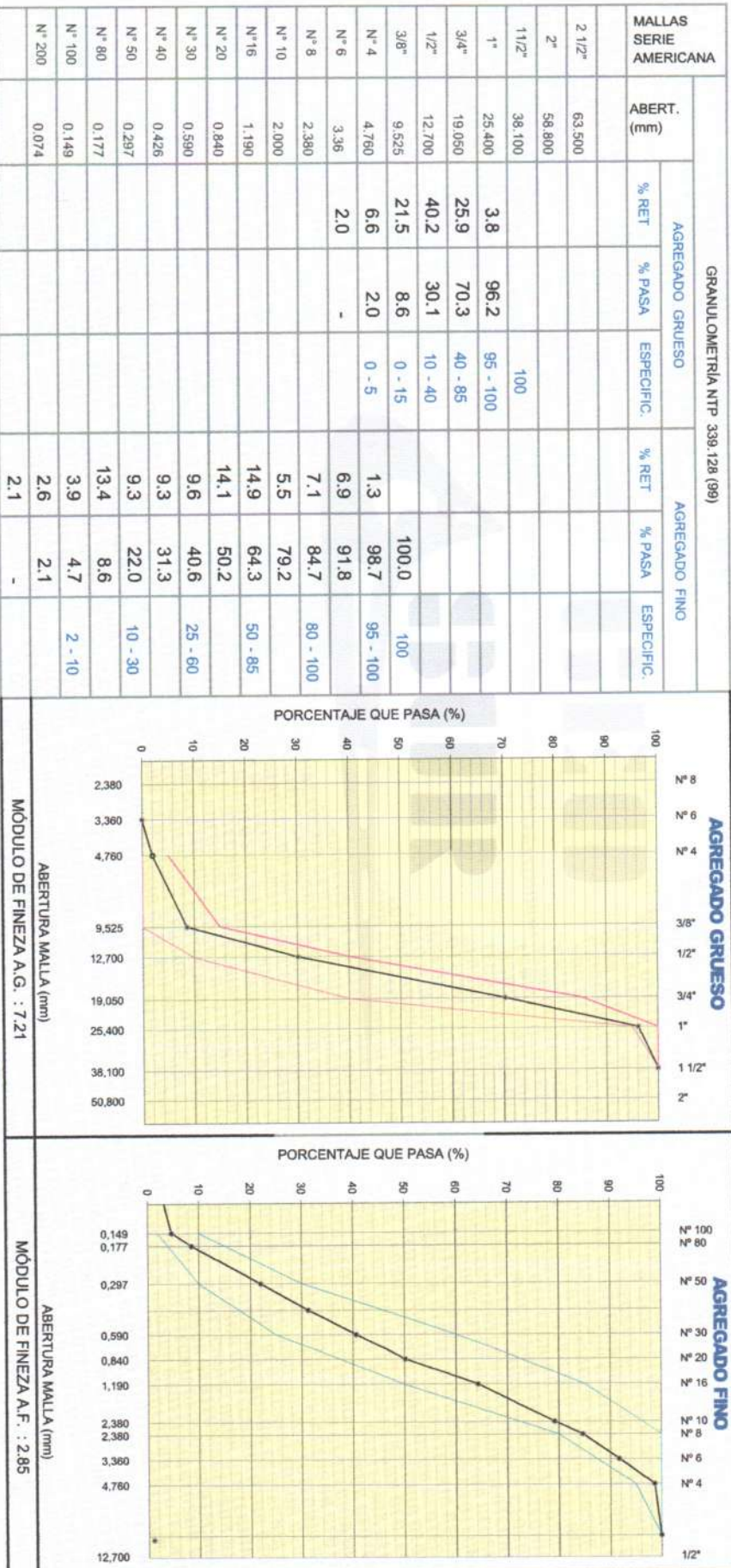
: 15-04-22

MUESTRA

: AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

HUSO A.G : 56

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)



OBSERVACIONES. MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO ASTM C-128

**TÍTULO** : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"  
**UBICACIÓN** : LIMA - LIMA - PERÚ  
**AUTORES** : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO  
**MUESTRA** : AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

**REGISTRO** **062/2022 GEOSUR**  
**TÉCNICO** : D.I.P  
**FECHA** : 15-04-2022

### DATOS BÁSICOS

	Número de fiola	01	03
A	Peso de la fiola calibrada (a 20°C de temperatura) (g)	735.2	736.4
B	Peso de la muestra saturada (superficialmente seca). En aire (g)	298.6	304.5
C	Peso de la muestra secada en horno (a 110°C).En aire. (g)	296.7	302.4
D	Peso de la muestra saturada (sup. Seca) + fiola + agua al ras (g)	922.3	927.3

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		PROM.
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE SECA).	$C / (A+B-D)$	2.661	2.662	<b>2.661</b>
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE SATURADA SUPERFIC. SECA).	$B / (A+B-D)$	2.678	2.680	<b>2.679</b>
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE.	$C / (A+C-D)$	2.707	2.712	<b>2.710</b>
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE DEL PESO SECO DEL AGREGADO.	$(B-C) / C * 100$	0.640	0.694	<b>0.667</b>

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
.....  
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO ASTM C-127

**TÍTULO** : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"  
**UBICACIÓN** : LIMA - LIMA - PERÚ  
**AUTORES** : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO  
**MUESTRA** : AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

**REGISTRO** **062/2022.GEOSUR**  
**TÉCNICO** : D.I.P  
**FECHA** : 15-04-2022

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra saturada superficialmente seca. En aire (g)	2531.6	2388.6
B	Peso de la muestra secada en horno (a 110°C).En aire. (g)	2520.6	2378.5
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca. Sumergida en agua. (g)	1591.3	1500.7

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		PROM.
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE SECA).	$B / (A-C)$	2.681	2.679	<b>2.680</b>
GRAVEDAD ESPECÍFICA BULK (BASE SATURADA SUPERFIC. SECA).	$A / (A-C)$	2.692	2.690	<b>2.691</b>
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE.	$B / (B-C)$	2.712	2.710	<b>2.711</b>
ABSORCIÓN DE AGUA EN PORCENTAJE DEL PESO SECO DEL AGREGADO.	$(A-B) / B * 100$	0.436	0.425	<b>0.431</b>

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117





## PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO ASTM C-29

**TÍTULO** : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"  
**UBICACIÓN** : LIMA - LIMA - PERÚ  
**AUTORES** : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO  
**MUESTRA** : AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

**REGISTRO** **062/2022.GEOSUR**  
**TÉCNICO** : D.I.P  
**FECHA** : 15-04-2022

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	6800.0	6795.0	6810.0
B	Peso del recipiente (g)	3370.0	3370.0	3370.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	3430.0	3425.0	3440.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2125.0

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )	C/D	1614.1	1611.8	1618.8
PROMEDIO :		1615.0		

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
.....  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO ASTM C-29

**TÍTULO** : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"  
**UBICACIÓN** : LIMA - LIMA - PERÚ  
**AUTORES** : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO  
**MUESTRA** : AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

**REGISTRO** **062/2022.GEOSUR**  
**TÉCNICO** : D.I.P  
**FECHA** : 15-04-2022

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	52195.0	52183.0	52175.0
B	Peso del recipiente (g)	7625.0	7625.0	7625.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	44570.0	44558.0	44550.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	25400.0	25400.0	25400.0

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )	C / D	1754.7	1754.3	1753.9
PROMEDIO :		1754.0		

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO ( ASTM C-29 )

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

UBICACIÓN : LIMA - LIMA - PERÚ

AUTORES : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

MUESTRA : AGREGADOS PARA MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

REGISTRO **062/2022.GEOSUR**

TÉCNICO : D.I.P

FECHA : 15-04-2022

### DATOS BÁSICOS

A	Peso de la muestra seca + recipiente (g)	56299.0	56297.0	56282.0
B	Peso del recipiente (g)	7625.0	7625.0	7625.0
C	Peso de la muestra (g) (A-B)	48674.0	48672.0	48657.0
D	Volumen del recipiente (cm <sup>3</sup> )	25400.0	25400.0	25400.0

### RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	VALORES		
PESO UNITARIO SUELTO SECO DEL MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )	C / D	1916.3	1916.2	1915.6
PROMEDIO :		<b>1916.0</b>		

OBSERVACIONES: MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
.....  
JUAN DAVID BELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO : 085/ 2022.Geosur  
FECHA: 23-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Probetas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 0.0%

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C39M-05

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.0	10.0	3.6	2268.4	10,871	138.42
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.0	3.6	2265.6	10,598	134.94
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.1	10.0	3.6	2272.5	10,738	136.72
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	20.1	10.0	3.6	2274.0	15,174	193.20
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	20.1	10.0	3.6	2267.5	15,380	195.83
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	20.2	10.1	3.7	2267.6	15,734	196.38
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.0	3.6	2272.2	17,734	225.80
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	20.0	10.0	3.6	2272.0	18,074	230.13
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	20.0	10.1	3.6	2272.2	18,339	228.90

### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

### REFERENCIA :

ASTM C 39/C39M-045 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete 1

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
.....  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO **085/ 2022.Geosur**

FECHA: 23-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Probetas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 1.0%

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C39M-05

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.0	10.1	3.3	2048.2	9,158	114.30
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.1	3.3	2048.9	9,254	115.50
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.0	10.1	3.3	2048.0	9,295	116.02
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.1	10.1	3.3	2048.4	13,191	164.64
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.2	10.0	3.3	2048.7	12,983	165.30
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.2	10.0	3.3	2048.9	12,925	164.57
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.1	3.3	2048.0	15,426	192.54
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.0	3.2	2048.5	14,978	190.71
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.0	3.2	2048.5	15,385	195.89

#### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

#### REFERENCIA :

ASTM C 39/C39M-045 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete 1

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO **085/ 2022.Geosur**

FECHA: 23-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Probetas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 3.0%

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C39M-05

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.0	2.7	1721.2	9,048	115.20
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.0	10.1	2.8	1721.6	9,408	117.43
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.0	2.7	1719.2	9,286	118.23
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.2	10.0	2.7	1718.7	12,007	152.88
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.0	10.0	2.7	1721.6	11,819	150.49
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.0	10.1	2.8	1718.6	11,991	149.67
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.1	10.0	2.7	1718.4	14,171	180.43
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.0	10.1	2.8	1718.0	14,006	174.82
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.1	10.1	2.8	1720.9	14,357	179.20

OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

REFERENCIA :

ASTM C 39/C39M-045 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete 1

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO 085/ 2022.Geosur

FECHA: 23-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Probetas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 5.0%

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C 39/C39M-05

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD ( días)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.1	10.1	2.6	1600.6	5,903	73.68
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.0	2.5	1598.3	5,901	75.13
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	20.2	10.0	2.5	1598.4	5,719	72.82
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.0	10.0	2.5	1601.0	7,653	97.44
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.0	10.0	2.5	1600.1	7,549	96.12
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	20.0	10.0	2.5	1599.0	7,786	99.13
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.0	2.5	1598.0	9,199	117.13
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.2	10.0	2.5	1598.7	8,890	113.19
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	20.0	10.1	2.6	1600.9	9,303	116.12

OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

REFERENCIA :

ASTM C 39/C39M-045 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete 1

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO : 085/ 2022.Geosur  
FECHA: 22-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Vigas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 0.0%

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA DE TRES PUNTOS) ASTM C78/C78M-21

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURTA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LUZ LIBRE (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15.2	50.1	26.0	2277.2	1867.7	27.0
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15.1	50.2	25.9	2280.3	2078.0	30.5
PATRÓN	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.1	15.1	50.0	26.0	2277.6	1955.6	28.4
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.0	50.1	25.7	2275.6	2351.0	34.9
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	15.2	15.0	50.0	25.9	2274.7	2223.0	32.5
PATRÓN	22-Abr-22	06-May-22	14	15.1	15.1	50.1	26.1	2281.0	2673.3	38.9
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	15.1	15.2	50.1	26.2	2276.3	3370.3	48.4
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	15.1	15.1	50.2	26.1	2278.2	2983.4	43.5
PATRÓN	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.1	50.0	25.7	2269.4	3201.3	46.8

#### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

#### Referencia:

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117





## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO **085/ 2022.Geosur**

FECHA: 22-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Vigas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 1.0%

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA DE TRES PUNTOS) ASTM C78/C78M-21**

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURTA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LUZ LIBRE (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15.2	50.1	23.4	2048.4	1363.4	19.71
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.1	15.1	50.0	23.4	2048.4	1491.1	21.66
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15.1	50.2	23.3	2048.5	1470.5	21.58
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.0	50.1	23.1	2048.7	1669.2	24.78
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.0	50.0	23.0	2048.4	1601.4	23.73
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.1	15.1	50.2	23.5	2049.0	1947.6	28.40
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.1	15.2	50.1	23.5	2048.0	2460.3	35.33
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.2	50.0	23.4	2048.6	2170.9	31.32
ALUMINIO PULVERIZADO 1.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.1	50.0	23.2	2048.6	2272.9	33.23

### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

### Referencia:

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA  
  
.....  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117

## INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO** : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

**REGISTRO** : 085/ 2022.Geosur  
**FECHA:** 22-May-22

**AUTOR** : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

**DIRECCIÓN** : LIMA - LIMA

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**DESCRIPCIÓN** : Vigas de concreto Portland Tipo I

**RESISTENCIA DE DISEÑO** : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**PORCENTAJE DE ALUMINIO (%)** : 3.0%

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA DE TRES PUNTOS) ASTM C78/C78M-21

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURTA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LUZ LIBRE (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15.2	50.0	19.6	1718.9	1029.3	14.85
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.1	15.1	51.0	20.0	1719.6	1132.5	16.78
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.1	15.1	50.0	19.6	1721.6	1075.6	15.62
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.0	50.0	19.3	1719.0	1295.7	19.20
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.0	50.2	19.4	1720.1	1201.8	17.88
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.0	15.1	50.0	19.5	1721.0	1463.5	21.40
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.2	50.0	19.6	1718.7	1845.1	26.62
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.1	15.2	50.1	19.8	1721.0	1666.0	23.93
ALUMINIO PULVERIZADO 3.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.1	50.1	19.5	1719.0	1757.2	25.74

#### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

#### Referencia:

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

**GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA**  
  
JUAN DAVID PELÁEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



## INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : "INCIDENCIA DE ADICIÓN DE PARTÍCULAS DE ALUMINIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO LIMA 2021"

REGISTRO : 085/ 2022.Geosur  
FECHA: 22-May-22

AUTOR : CABRERA CHIRINOS, DAVID RONALDO - MAYO SÁNCHEZ, MATT BRANDO

DIRECCIÓN : LIMA - LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN : Vigas de concreto Portland Tipo I

RESISTENCIA DE DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PORCENTAJE DE ALUMINIO (%) : 5.0%

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (USANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA DE TRES PUNTOS) ASTM C78/C78M-21

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURTA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	LUZ LIBRE (cm)	PESO (Kg)	PESO UNITARIO (Kg/cm <sup>3</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.1	15.0	50.2	18.2	1601.0	621.3	9.18
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.2	15.0	50.0	18.2	1599.8	709.3	10.37
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	29-Abr-22	7	15.0	15	50.1	18.0	1599.0	650.5	9.66
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.1	15.2	50.1	18.4	1598.1	826.3	11.87
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.1	15.1	50.1	18.3	1600.3	759.4	11.05
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	06-May-22	14	15.1	15.0	50.1	18.1	1599.3	896.9	13.23
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.1	50.0	18.1	1600.0	1125.6	16.46
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.0	15.0	50.0	18.0	1601.0	998.3	14.79
ALUMINIO PULVERIZADO 5.0%	22-Abr-22	20-May-22	28	15.1	15.0	50.0	18.1	1599.9	1081.2	15.91

#### OBSERVACIONES :

- los muestreos fueron realizadas e identificadas por el personal de la empresa GEOSUR.
- Los ensayos fueron expuesto a compresión simple hasta fallar.

Referencia:

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 263117



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 322 - 2021

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 261-2021

**Fecha de emisión** : 2021-07-05

**1. Solicitante** : LABORATORIO INGGEOS S.A.C.

**Dirección** : ASOCIACION EL PROGRESO MZA. K LOTE. 14  
PAMPLONA BAJA - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : ELE INTERNATIONAL

**Modelo de Prensa** : NO INDICA

**Serie de Prensa** : 1796-8-2571

**Capacidad de Prensa** : 1500 kN

**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de indicador** : ELE INTERNATIONAL

**Modelo de Indicador** : 1912B0001/37-4950/09

**Serie de Indicador** : 1912-2-00094

**Marca de Transductor** : ELE INTERNATIONAL

**Modelo de Transductor** : PA-21Y/700 bar

**Serie de Transductor** : NO INDICA

**Bomba Hidraulica** : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

ASOCIACION EL PROGRESO MZA. K LOTE. 14 PAMPLONA BAJA - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA  
02 - JULIO - 2021

#### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,4	18,3
Humedad %	76	75

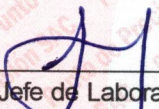
#### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 322 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10009	9954	-0,09	0,46	9981,2	0,19	0,55
20000	20049	20048	-0,25	-0,24	20048,7	-0,24	0,00
30000	30149	30123	-0,50	-0,41	30135,7	-0,45	0,09
40000	40338	40290	-0,85	-0,73	40314,2	-0,78	0,12
50000	50437	50301	-0,87	-0,60	50368,9	-0,73	0,27
60000	60506	60237	-0,84	-0,40	60371,3	-0,62	0,45
70000	70637	70414	-0,91	-0,59	70525,5	-0,75	0,32

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9911x + 108,58$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

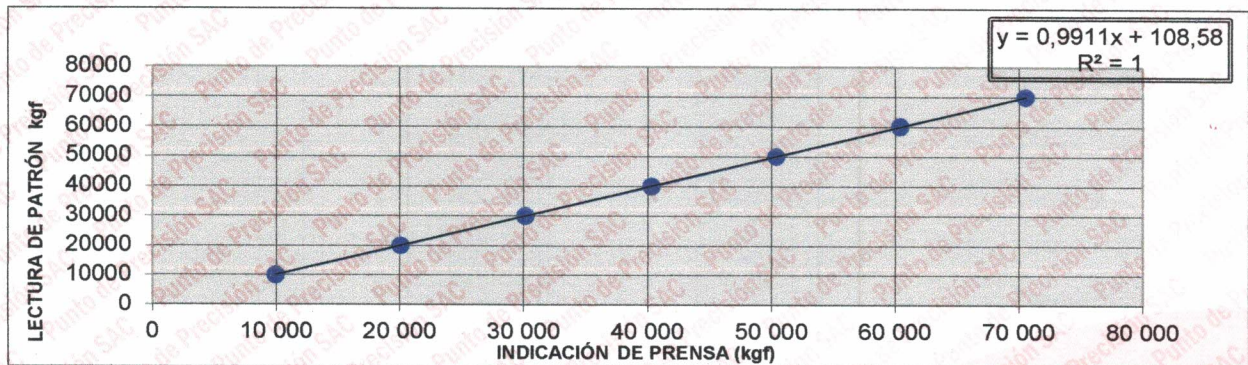
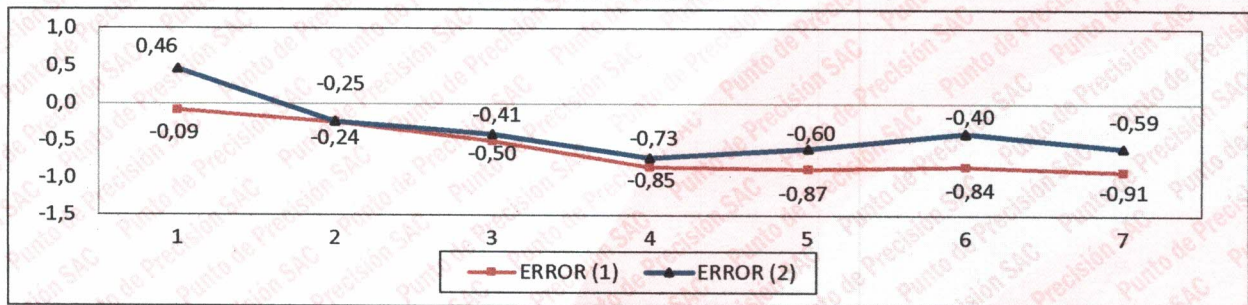


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 082 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0558-2022
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8342157552
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-28

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

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

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

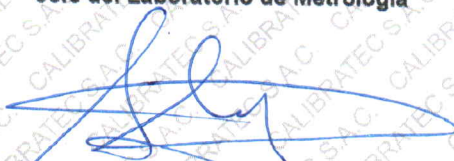
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-02-28

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 082 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de MASA de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 ± C	20.6 ± C
Humedad Relativa	66%	66%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 082 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

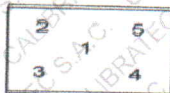
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

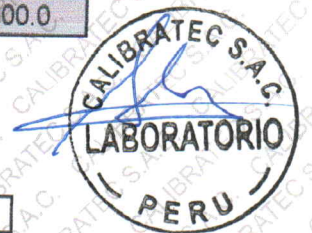
Medición Nº	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0	
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10	
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70	
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10	
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10	
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0	
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80	
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0	
Diferencia Máxima			70	Diferencia Máxima			150
Error Máximo Permissible			300.0	Error Máximo Permissible			300.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0		1999.9	20	-70	-70
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	40	10	2000.0	2000.0	40	10	0
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80
Error máximo permisible									300.0

\* Valor entre 0 y 10e



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 082 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20.6 °C	20.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

### Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003499 \text{ g}^2 + 0.00000000012 \text{ R}^2)}$$

### Lectura corregida

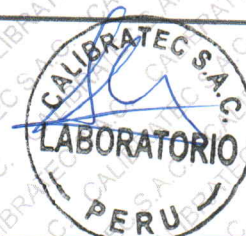
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000120 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 077 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	0558-2022
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8342157533
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-24

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-02-24

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 077 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de MASA de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	66%	66%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 077 - 2022

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

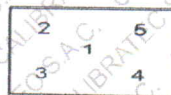
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 3,000 g			Carga L2 = 6,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3000.0	50	0	6000.0	50	0
2	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
3	3000.0	60	-10	6000.0	40	10
4	3000.0	50	0	6000.1	80	70
5	2999.9	20	-70	6000.0	60	-10
6	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
7	3000.0	60	-10	6000.0	60	-10
8	3000.0	60	-10	6000.0	50	0
9	3000.0	50	0	5999.9	30	-80
10	2999.9	20	-70	6000.0	50	0
Diferencia Máxima			70	Diferencia Máxima		150
Error Máximo Permisible			300.0	Error Máximo Permisible		300.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0		1999.9	20	-70	-70
2		1.0	50	0		2000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	40	10	2000.0	2000.0	40	10	0
4		1.0	50	0		2000.0	50	0	0
5		1.0	50	0		1999.9	30	-80	-80
Error máximo permisible								300.0	

\* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 077 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20.6 °C	20.6 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	50	0	0	100
300.0	300.0	50	0	0	300.0	60	-10	-10	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	50	0	0	200
1000.0	1000.0	50	0	0	1000.0	60	-10	-10	200
2000.0	2000.0	60	-10	-10	2000.0	40	10	10	300
3000.0	3000.0	50	0	0	3000.0	50	0	0	300
4000.0	3999.9	20	-70	-70	4000.0	40	10	10	300
5000.0	4999.9	30	-80	-80	5000.0	60	-10	-10	300
6000.0	5999.9	30	-80	-80	5999.9	30	-80	-80	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

#### Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.003499 \text{ g}^2 + 0.00000000012 \text{ R}^2)}$$

#### Lectura corregida

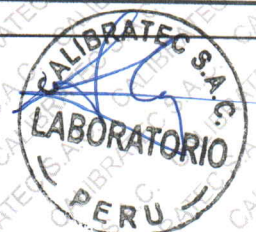
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000120 \text{ R}$$

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-353-2021**

Página: 1 de 3

Expediente : T 244-2021  
Fecha de Emisión : 2021-06-25

**1. Solicitante** : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

**Dirección** : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

**Marca** : HENKEL

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : NO INDICA

**Alcance de Indicación** : 200 kg

**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,05 kg

**División de Escala Real ( d )** : 0,05 kg

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2021-06-23

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

# LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-353-2021

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,3	20,4
Humedad Relativa	79,2	79,2

## 6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud M2)	M-005-2021
	Pesas (exactitud M2)	M-001-2021

## 7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,00 kg

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,85 kg para una carga de 200,00 kg

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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

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

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

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

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 100,00 kg			Carga L2= 200,00 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	100,00	0,025	0,000	200,00	0,035	-0,010
2	100,00	0,040	-0,015	200,00	0,025	0,000
3	100,00	0,030	-0,005	200,00	0,030	-0,005
4	100,00	0,035	-0,010	200,00	0,025	0,000
5	100,00	0,025	0,000	200,00	0,045	-0,020
6	100,00	0,040	-0,015	200,00	0,030	-0,005
7	100,00	0,030	-0,005	200,00	0,030	-0,005
8	100,00	0,045	-0,020	200,00	0,025	0,000
9	100,00	0,040	-0,015	200,00	0,040	-0,015
10	100,00	0,030	-0,005	200,00	0,035	-0,010
Diferencia Máxima			0,020			
Error máximo permitido ±			0,15 kg	± 0,15 kg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-353-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns for Temp. (°C), Posición de la Carga, Determinación de E0, and Determinación del Error corregido. Includes a note: (\*) valor entre 0 y 10 e and Error máximo permitido: ± 0,1 kg

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns for Carga L (kg), CRECIENTES, DECRECIENTES, and ± emp (kg). Lists values for various load capacities from 0,500 to 200,001 kg.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 1,79x10^-5 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(4,99x10^-4 kg^2 + 4,47x10^-8 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E0: Error en cero Ec: Error corregido

R: en kg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-100-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 099-2021  
Fecha de Emisión : 2021-03-22

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL  
SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : AND

Modelo : HR-250 A

Número de Serie : 6A7604373

Alcance de Indicación : 252 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : KOREA

Identificación : BAL-6

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-03-20

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

### 3. Método de Calibración

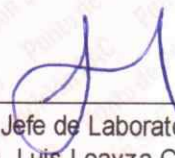
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-100-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	26,1	26,3
Humedad Relativa	60,8	61,7

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 252,0005 g

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

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

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

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 126,0004 g			Carga L2= 252,0005 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	126,0000	0,0	-0,4	251,9999	0,0	-0,6
2	125,9999	0,0	-0,5	251,9997	0,0	-0,8
3	125,9999	0,0	-0,5	251,9999	0,0	-0,6
4	125,9998	0,0	-0,6	251,9999	0,0	-0,6
5	125,9999	0,0	-0,5	251,9998	0,0	-0,7
6	125,9998	0,0	-0,6	251,9999	0,0	-0,6
7	125,9999	0,0	-0,5	251,9999	0,0	-0,6
8	125,9999	0,0	-0,5	251,9998	0,0	-0,7
9	125,9999	0,0	-0,5	251,9999	0,0	-0,6
10	125,9998	0,0	-0,6	251,9997	0,0	-0,8
Diferencia Máxima			0,2	0,2		
Error máximo permitido ±			2 mg	± 3 mg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

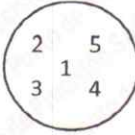
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-100-2021

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with Temp. (°C) Initial 26,2 and Final 26,2

Main table for eccentricity test with columns for Position, Determination of E0, and Determination of corrected error.

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 mg

ENSAYO DE PESAJE

Table with Temp. (°C) Initial 26,2 and Final 26,3

Main table for weighing test with columns for Load, Increasings, Decreasings, and maximum error.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 2,83x10^-6 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(9,61x10^-3 mg^2 + 5,34x10^-10 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E0: Error en cero Ec: Error corregido

R: en mg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Signature and name of Ing. Luis Loayza Capcha, Jefe de Laboratorio

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0123 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>0723-2021</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	AV. CENTRAL NRO. 624 - S C. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>1 g</b>
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>
<b>Modelo</b>	<b>R21P30</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>B836547210</b>
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración** **2021-04-15**

Fecha de Emisión

2021-04-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0123 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0550-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0549-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0548-2020
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0547-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131- 2020

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0123 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

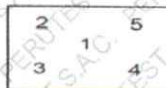
AJUSTÉ DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	14,999	200	-700	29,999	200	-700	
2	14,999	100	-600	30,000	500	0	
3	14,999	200	-700	29,999	200	-700	
4	15,000	500	0	30,000	400	100	
5	15,000	500	0	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,000	400	100	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	600	-100	30,001	800	700	
9	15,000	500	0	30,000	400	100	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			700	Diferencia Máxima			1,400
Error Máximo Permisible			± 3,000	Error Máximo Permisible			± 3,000

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		9	200	-700	10,001	10,001	800	700	1,400
2		10	500	0	10,000	10,000	500	0	0
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		9	300	-800	9,999	9,999	200	-700	-100
5		11	800	700	10,000	10,000	500	0	-700
Error máximo permisible									± 3,000

\* Valor entre 0 y 10g



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0123 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						1,000
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	2,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	400	100	100	1,000	500	0	0	3,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,001	800	700	700	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,001	700	800	800	14,999	400	-900	-900	3,000
20,000	20,001	800	700	700	19,999	300	-800	-800	3,000
25,000	25,001	700	800	800	24,999	200	-700	-700	3,000
30,000	30,001	900	600	600	30,001	900	600	600	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.5723889 \text{ g}^2 + 0.000000045 \text{ g}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000410 \text{ R}$$



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-170-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 134-2021  
Fecha de Emisión : 2021-04-12

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL  
SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : YA501

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 500 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 0,1 g

División de Escala Real ( d ) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-04-12

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

### 3. Método de Calibración

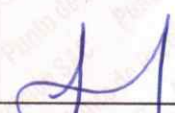
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-170-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	26,1	26,1
Humedad Relativa	67,4	67,4

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 500,3 g para una carga de 500,0 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

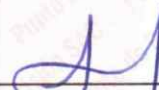
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250,0 g			Carga L2= 500,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,07	-0,02
2	250,0	0,05	0,00	500,0	0,06	-0,01
3	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,05	0,00
4	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,06	-0,01
5	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,06	-0,01
6	249,9	0,02	-0,07	500,0	0,08	-0,03
7	249,9	0,03	-0,08	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,05	0,00	500,0	0,06	-0,01
9	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,06	-0,01
10	250,0	0,05	0,00	500,0	0,07	-0,02
Diferencia Máxima			0,08	0,03		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



### INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 041 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	01701-2021
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
3. Dirección	Av. Central Nro. 624 Sc. 1, Gr. 8 (Alt. Paradero Parroquia) - Villa El Salvador - Lima
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-C
Procedencia	PERÚ
Número de Serie	009
Código de Identificación	NO INDICA
Tipo de contador	NO TIENE
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2021-07-07

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-07

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 041 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

### 7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2021
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(\*) Serie grabado en el instrumento





### INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 041 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

#### 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

##### DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.20	149.60	125.40

##### HERRAMIENTA DE RANURADO

###### EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

##### DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01



Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 598 - 2021**

Página : 1 de 2

**Expediente** : T 492-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-11-13

**1. Solicitante** : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

**Dirección** : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : CARGA PUNTUAL

**Marca de carga Puntual** : NO INDICA  
**Modelo de carga Puntual** : NO INDICA  
**Serie de carga Puntual** : NO INDICA  
**Capacidad** : 5 t

**Marca de Celda** : MAVIN  
**Modelo de Celda** : NS4-5t  
**Serie de Celda** : E8502912

**Marca de Indicador** : YAOHUA  
**Modelo de Indicador** : A12  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**

AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA  
12 - NOVIEMBRE - 2021

**4. Método de Calibración**

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,5	19,6
Humedad %	75	76

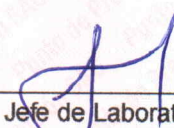
**7. Resultados de la Medición**

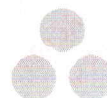
Los errores de la carga puntual se encuentran en la pagina siguiente.

**8. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificación y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 598 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	496,23	499,56	0,75	0,09	497,90	0,42	-0,67
1000	999,82	1001,41	0,02	-0,14	1000,62	-0,06	-0,16
1500	1499,15	1504,73	0,06	-0,32	1501,94	-0,13	-0,37
2000	2003,70	2001,94	-0,19	-0,10	2002,82	-0,14	0,09
2500	2507,44	2507,80	-0,30	-0,31	2507,62	-0,30	-0,01
3000	3000,30	3001,61	-0,01	-0,05	3000,96	-0,03	-0,04
3500	3500,45	3501,80	-0,01	-0,05	3501,13	-0,03	-0,04
4000	4001,44	4001,44	-0,04	-0,04	4001,44	-0,04	0,00

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9993x - 0,226$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

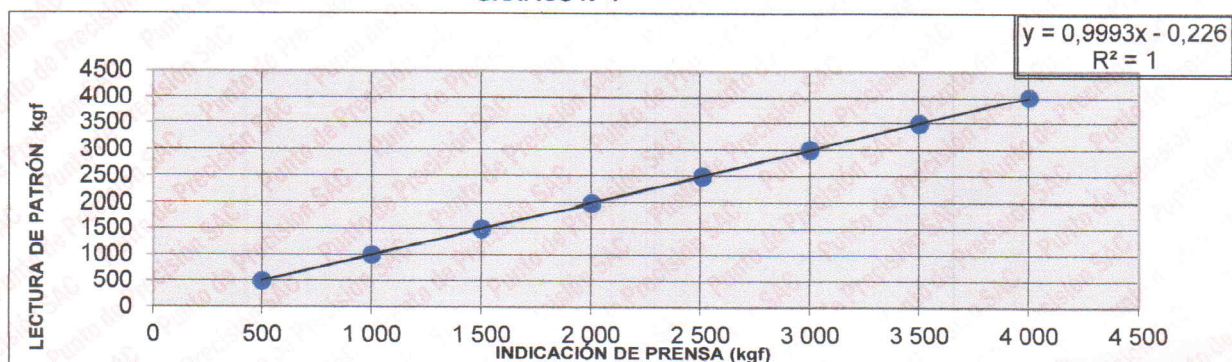
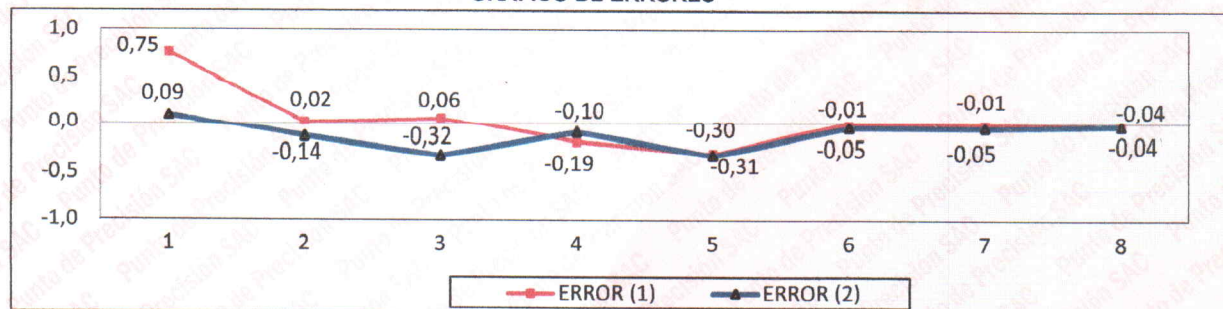


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 016 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	0981-2021
2. Solicitante	GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
3. Dirección	AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 (ALT. PARADERO PARROQUIA) LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H136
Número de Serie	0142
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2021-05-13

Fecha de Emisión

2021-05-13

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello







## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 016 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de temperatura de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1131- 2020

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 016 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21.5 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 016 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	16.2
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	9.6
Estabilidad Medida ( ± )	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	9.6

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**

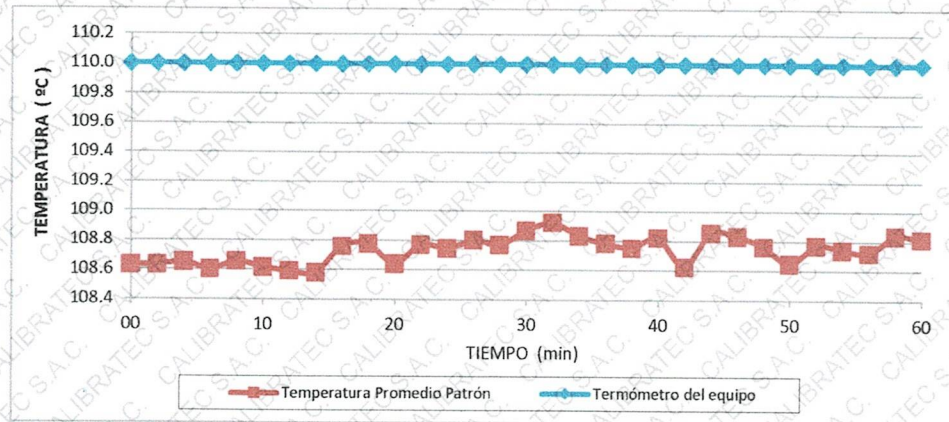


Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

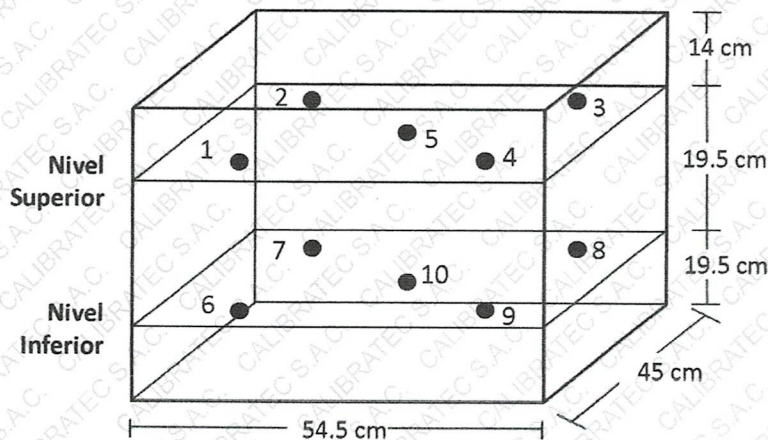
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 016 - 2021

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-014-2022**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 154  
**Solicitante** GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

**Dirección** AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 (ALT. PARADERO  
PARROQUIA) LIMA - LIMA - VILLA EL SALVADOR

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

**Equipo Calibrado** PRENSA DE CBR (DIGITAL)

**Alcance de Indicación** 5000 KGF

**Marca (o Fabricante)** TAMIEQUIPOS LTDA.

**Modelo** TCP038

**Número de Serie** 505

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** COLOMBIA

**Indicador de Lectura** DIGITAL

**Marca (o Fabricante)** NO INDICA

**Modelo** A12

**Número de Serie** VC146233

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Alcance de Indicación** 0 KGF A 5000 KGF

**Resolución** 0.1 KGF

**Transductor de Fuerza** CELDA TIPO "S"

**Alcance de Indicación** 5.0T

**Marca (o Fabricante)** ZEMIC

**Modelo** H3-C3-5.0t-6b

**Número de Serie** J382535

**Fecha de Calibración** 2022-02-09

**Lugar de Calibración** INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Sello**

**Fecha de emisión**

**Jefe del laboratorio de calibración**

2022-02-10

ROBERTO QUINTO, C.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-014-2022**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KGF	KGF	KGF	KGF	KGF	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	502.0	502.0	502.0	502.0	-0.4	0.0	0.37
20	1000	1005.0	1005.0	1005.0	1005.0	-0.5	0.0	0.28
30	1500	1497.0	1497.0	1497.0	1497.0	0.2	0.0	0.26
40	2000	1997.0	1997.0	1997.0	1997.0	0.2	0.0	0.25
50	2500	2500.0	2500.0	2500.0	2500.0	0.0	0.0	0.25
60	3000	3004.0	3004.0	3004.0	3004.0	-0.1	0.0	0.24
70	3500	3503.0	3503.0	3503.0	3503.0	-0.1	0.0	0.24
80	4000	4003.0	4003.0	4003.0	4003.0	-0.1	0.0	0.24
90	4500	4504.0	4504.0	4504.0	4504.0	-0.1	0.0	0.24
100	5000	5004.0	5004.0	5004.0	5004.0	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE FABRICACION MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

**PERUTEST S.A.C.**  
**EQUIPOS DE LABORATORIO**

Peso	4540 ± 10 g
Caída	457 ± 1.3 mm (18")
Diámetro de la masa	50.8 mm
Serie	093

**El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:**

Norma de ensayo: ASTM D – 1557  
NTP 339.141

Lima, 22 de abril del 2021

Aprobado:





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 738 -2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 097-2021  
Fecha de emisión : 2021-03-19

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

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

2. Instrumento de Medición : MUFLA  
Indicación : DIGITAL  
Alcance de Indicación : NO INDICA  
Resolución : 1 °C  
Marca de Equipo : FAITHFULL  
Modelo de Equipo : NO INDICA  
Serie del Equipo : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA  
Marca de Indicador : YUDIAN  
Modelo de Indicador : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA  
18 - MARZO - 2021

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC - 017 del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	FLUKE	CT - 003	INACAL - DM


#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,4	28,1
Humedad %	60	62

#### 7. Resultados de la Medición

Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización de la Mufla no menor a 30 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$  para un nivel de confianza del 95 %.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 738 -2021

Página : 2 de 2

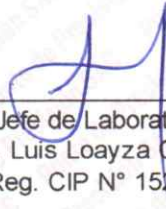
### Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL EQUIPO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
601	604,1	2,7	2,1
701	702,8	2,3	2,1
801	797,9	-2,6	2,1
901	916,9	16,4	2,1

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN  
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL EQUIPO} + \text{CORRECCIÓN}$

FIN DEL DOCUMENTO



  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 175 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 134-2021  
Fecha de emisión : 2021-04-12

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar  
División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar  
Clase de Exactitud : NO INDICA  
Marca de Manómetro : WINTERS  
Modelo de Manómetro : PFQ SERIES  
Serie de Manómetro : NO INDICA  
Procedencia de Manómetro : CANADA  
Posición de Trabajo : POSTERIOR

Marca de Botella : NO INDICA  
Serie de Botella : 532  
Material de Botella : ALUMINIO

#### 4. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
12 - ABRIL - 2021

#### 5. Método de Calibración

Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

#### 6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	CCP - 0340 - 003 - 20	INACAL - DM

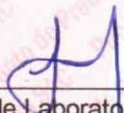
#### 7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,5	26,5
Humedad %	68	68

#### 8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $K=2$ , para un nivel de confianza de 95%  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 175 - 2021

Página : 2 de 2

### Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
			DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
	ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO	
(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	4,8	4,8	0,2	0,2	0,0
10	9,8	9,6	0,2	0,4	-0,2
15	14,6	14,6	0,4	0,4	0,0
20	19,5	19,6	0,5	0,4	0,1
25	24,6	24,7	0,4	0,3	0,1
30	29,6	29,6	0,4	0,4	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	0,5	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	-0,2	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

### EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	1,8
3	2,8
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,6
8	7,4
9	8,2
10	9,2
11	9,8
12	10,8
13	11,8
14	12,6
15	13,4
16	14,8
17	15,2
18	16,2
19	17,0
20	18,2

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 197 - 2022

Página : 1 de 3

**Expediente** : T 137-2022  
**Fecha de emisión** : 2022-02-02

**1. Solicitante** : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.  
**Dirección** : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Descripción del Equipo** : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

**Marca de Corte Directo** : C&M  
**Modelo de Corte Directo** : NO INDICA  
**Serie de Corte Directo** : NO INDICA

**Marca de Celda** : KELI  
**Modelo de Celda** : A-FED  
**Serie de Celda** : A0N5223  
**Capacidad de Celda** : 500 kg

**Marca de Indicador** : NO INDICA  
**Modelo de Indicador** : NO INDICA  
**Serie de Indicador** : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
AV. CENTRAL NRO. 624 - VILLA EL SALVADOR - LIMA  
01 - FEBRERO - 2022

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

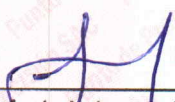
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,8	25,1
Humedad %	65	64

**7. Resultados de la Medición**  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 197 - 2022

Página : 2 de 3

**TABLA N° 1**

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	49,85	50,00	0,30	0,00	49,93	0,15	-0,30
100	99,90	100,00	0,10	0,00	99,95	0,05	-0,10
150	149,60	149,80	0,27	0,13	149,70	0,20	-0,13
200	199,80	199,60	0,10	0,20	199,70	0,15	0,10
250	249,60	249,30	0,16	0,28	249,45	0,22	0,12
300	299,30	299,30	0,23	0,23	299,30	0,23	0,00
350	348,80	349,40	0,34	0,17	349,10	0,26	-0,17
400	398,70	398,90	0,33	0,28	398,80	0,30	-0,05

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

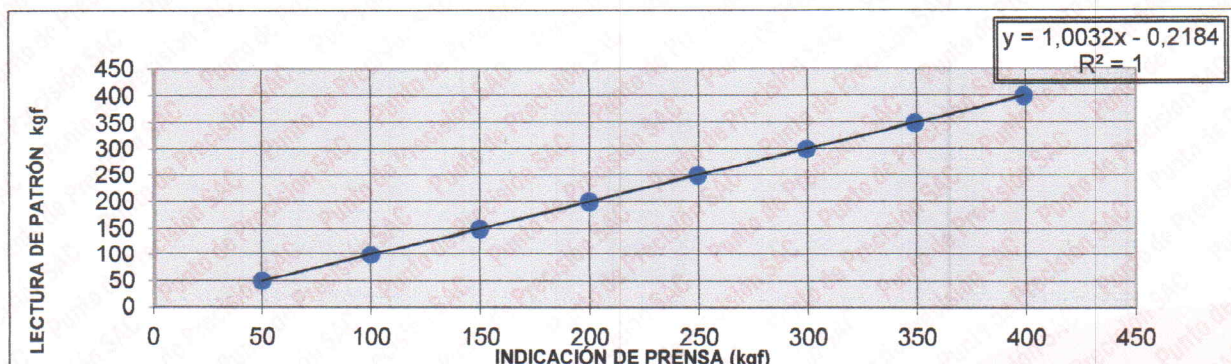
$Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

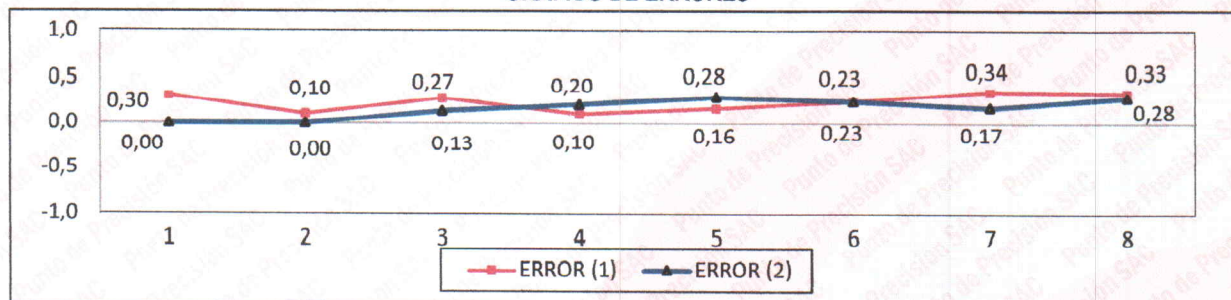
3.- Coeficiente Correlación :       $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,003x - 0,1556$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)



**GRÁFICO DE ERRORES**

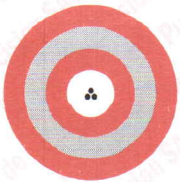


Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 197 - 2022

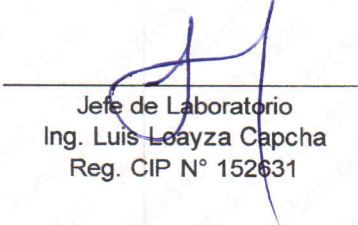
Página : 3 de 3

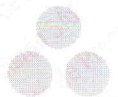
### PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL	VALOR DETERMINADO	CORRECCIÓN
	g	g	g
C3	1000	1025,0	-25,0
C4	1200	1227,0	-27,0
B3	2000	2031,0	-31,0
B4	2000	2037,0	-37,0
A3	4000	4063,0	-63,0
A4	4000	4037,0	-37,0

FIN DEL DOCUMENTO



  
\_\_\_\_\_  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, REYNOSO OSCANOVA JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Incidencia de adición de partículas de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto Lima 2021", cuyos autores son MAYO SANCHEZ MATT BRANDO, CABRERA CHIRINOS DAVID RONALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
REYNOSO OSCANOVA JAVIER <b>DNI:</b> 20072967 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1002-0457	Firmado electrónicamente por: JREYNOSOOS el 23- 07-2022 20:10:48

Código documento Trilce: TRI - 0361975