



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del  
concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Callao - 2021.**

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

**AUTORES:**

Lujano Panca, Víctor Nicolás (ORCID: 0000-0001-9904-8589)

Torres Aldazabal, Abrahan (ORCID: 0000-0002-7273-3903)

**ASESOR:**

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres, por mostrarnos el camino de superación y las personas que confiaron en mí. También a mi familia e hijos por estar siempre presentes en mis objetivos trazados.

## **Agradecimiento**

Agradecer a nuestra institución educativa Universidad Cesar Vallejo y a su plantel educativo y además agradecer a las instituciones que nos brindaron el apoyo continuo, para realizar posible nuestra Investigación. Agradecer al Doctor Carlos Mario Fernández Díaz, por ser nuestro asesor y guía durante nuestra investigación.

## Índice de contenido

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	5
III METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Operacionalización de variables.	16
3.3. Población	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.	32
3.7. Aspectos éticos	33
IV RESULTADOS	34
V DISCUSIÓN	66
VI CONCLUSIONES	68
VII RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	77

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Resumen de antecedentes.</i>	11
Tabla 2. <i>Para campos de ciencia Nomenclatura internacional.</i>	15
Tabla 3. <i>Muestreo a la compresión del concreto, en relación al porcentaje de grafeno y tiempo de curado.</i>	17
Tabla 4. <i>Muestreo a la tracción del concreto patrón y al porcentaje de grafeno y tiempo de curado.</i>	17
Tabla 5. <i>Tabla de normas.</i>	19
Tabla 6. <i>Tolerancia admisible para tiempo de curado y ensayo de compresión.</i>	29
Tabla 7. <i>Resultado de ensayos de granulometría del agregado fino.</i>	34
Tabla 8. <i>Peso unitario suelto agregado fino.</i>	36
Tabla 9. <i>Peso unitario compactado agregado fino.</i>	36
Tabla 10. <i>El contenido de humedad.</i>	37
Tabla 11. <i>Peso específico y absorción de agregados.</i>	38
Tabla 12. <i>Resultados de ensayo del agregado grueso</i>	39
Tabla 13. <i>Límites permisibles del agregado</i>	40
Tabla 14. <i>Peso unitario suelto</i>	41
Tabla 15. <i>Peso unitario compactada.</i>	41
Tabla 16. <i>Contenido de humedad</i>	42
Tabla 17. <i>Peso específico y absorción de agregados.</i>	43
Tabla 18. <i>Propiedades químicas y físicas del cemento</i>	44
Tabla 19. <i>Agregado y sus características</i>	45
Tabla 20. <i>Resistencia de concreto (promedio)</i>	45

Tabla 21	<i>Asentamientos recomendados</i>	45
Tabla 22	<i>Relación agua cemento</i>	46
Tabla 23	<i>Volumen unitario de agua</i>	46
Tabla 24	<i>Contenido de aire atrapado</i>	47
Tabla 25	<i>Volumen de agregado grueso y concreto.</i>	48
Tabla 26	<i>Concreto patrón</i>	50
Tabla 27	<i>Resultados de diseño y tandas.</i>	50
Tabla 28	<i>Tipo de dosificación en peso y volumen.</i>	51
Tabla 29	<i>Diseño de mezcla del concreto patrón y con adición de porcentajes de grafeno a la unidad cubica. Tandas en ensayo de 0.050 m<sup>3</sup> de mezcla.</i>	51
Tabla 30	<i>Comparativo de asentamiento slump patrón y con grafeno.</i>	51
Tabla 31	<i>Ensayo de especímenes a los 7 días de edad.</i>	54
Tabla 32	<i>Análisis de ensayo de especímenes a los 14 días de edad.</i>	56
Tabla 33	<i>Análisis de ensayo de especímenes a los 28 días de edad.</i>	58
Tabla 34	<i>Análisis de ensayo de especímenes a los 7 días de edad.</i>	60
Tabla 35	<i>Análisis de ensayo de especímenes a los 14 días de edad.</i>	62
Tabla 36	<i>Análisis de ensayo de especímenes a los 28 días de edad.</i>	64

## Índice de gráficos

		Pág.
Gráfico 1.	<i>Curva granulométrica agregado fino.</i>	35
Gráfico 2.	<i>Curva de granulometría % acumulado del material que pasa vs abertura pasante acumulada.</i>	40
Gráfico 3.	<i>Resumen de resistencia a compresión a 7 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.</i>	55
Gráfico 4.	<i>Resumen de resistencia a la compresión a los 14 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.</i>	57
Gráfico 5.	<i>Resultado de resistencia a la compresión a los 28 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.</i>	58
Gráfico 6.	<i>Resultado de resistencia a tracción a los 7 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.</i>	61
Gráfico 7.	<i>Resultado de resistencia a tracción a los 14 días con 0.09%, 0.13%, .15% y 0.19% de grafeno.</i>	63
Gráfico 8.	<i>Resultado de resistencia a tracción a los 28 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.</i>	65

## Índice de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. La estructura de grafeno en lámina.	12
Figura 2. Ruta de grafito obtención de grafeno.	14
Figura 3. Ensayo de la densidad del concreto	24
Figura 4. Elaboración de ensayo de slump	25
Figura 5. Elaboración de probetas	26
Figura 6. Esquema cara movable de la máquina.	29
Figura 7. Módulo de elasticidad.	29
Figura 8. Curva de esfuerzo y deformación unitaria.	31
Figura 9. Diagrama patrones típicos de fractura.	31
Figura 10. Elaboración de ensayo de slump.	52
Figura 11. Ensayo de la densidad del concreto.	53

## Resumen

La presente investigación, es para aplicar una propuesta técnica en los procesos constructivos en las obras civiles. En ese sentido, se busca en optimizar los recursos de las propiedades mecánicas del hormigón del diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; en la actualidad se viene buscando mejorar la resistencia de concreto con distintos materiales, para la cual, sean recopilado y analizado al material grafeno que tiene grandes veneficios para mejorar la resistencia del concreto. En este caso la investigación es de diseño experimental, para ello, se analizó los efectos que tiene el material grafeno en la resistencia a compresión, resistencia a tracción, el análisis de slump y el peso unitario de la mezcla. En las cuales se fabricaron el concreto patrón y 4 proporciones con distintos porcentajes de grafeno 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% en relación del peso de cemento. Esta investigación es de enfoque cuantitativo, por lo que, se basa en medidas y datos numéricos, las cuales nos ayudaron a resolver los problemas de nuestros objetivos. Para el desarrollo de la investigación, se obtuvieron los materiales de agregados gruesos y finos de la cantera de Santa Clara del distrito de Ate. En donde se realizaron los análisis de granulometría de acuerdo a las normas NPT y ASTM. El diseño de mezcla se realizó mediante el método ACI 211, las cuales se fabricaron 9 especímenes de concreto patrón y 9 especímenes por cada porcentaje de concreto con adición de grafeno de 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% en relación del peso de cemento, realizando un total de 45 especímenes para el ensayo de resistencia a compresión y 45 especímenes resistencia a tracción. En ese sentido los especímenes fueron sometidos a la fuerza a compresión y tracción con edades de 7, 14 y 28 días de curado. También, se sometió al concreto fresco al ensayo de cono de abrams y como resultado se obtuvo una mejoría a la consistencia del concreto. Además, se realizó el peso unitario del concreto fresco, el resultado es para comprobar el rendimiento y la densidad de la mezcla. Por último, se realizaron los ensayos de resistencia a tracción con una mejoría de concreto con grafeno de 0.19% con resultado de  $f'c = 43.93 \text{ kg/cm}^2$  con aumento de 11% de resistencia y la resistencia a compresión de 0.19% de grafeno y el resultado se obtuvo  $f'c = 248 \text{ kg/cm}^2$ , la cual aumento un 17 % de resistencia a los 28 días de edad, con respecto al concreto patrón.

**Palabras claves:** concreto, grafeno, resistencia y propiedades mecánicas.

## Abstract

The present investigation is to apply a technical proposal in the construction processes in civil works. In this sense, it seeks to optimize the resources of the mechanical properties of the design concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ ; At present, it is seeking to improve the resistance of concrete with different materials, for which, the graphene material that has great benefits to improve the resistance of concrete are collected and analyzed. In this case, the research is of experimental design, for this, the effects that the graphene material has on compressive strength, tensile strength, slump analysis and the unit weight of the mixture were analyzed. In which the concrete and 4 proportions were manufactured with different percentages of graphene 0.09%, 0.13%, 0.15% and 0.19% in relation to the weight of cement. This research has a quantitative approach, so it is based on measurements and numerical data, which helped us to solve the problems of our objectives. For the development of the research, the coarse and fine aggregate materials were obtained from the Santa Clara quarry in the Ate district. Where the granulometry analyzes were carried out according to the NPT and ASTM standards. The mix design was carried out using the ACI 211 method, in which 9 specimens of standard concrete and 9 specimens were manufactured for each percentage of concrete with graphene addition of 0.09%, 0.13%, 0.15% and 0.19% in relation to the weight of cement, making a total of 45 specimens for the compressive strength test and 45 tensile strength specimens. In this sense, the specimens were subjected to compression and traction forces with ages of 7, 14 and 28 days of curing. Also, the fresh concrete was subjected to the Abrams cone test and as a result an improvement in the consistency of the concrete was obtained. In addition, the unit weight of the fresh concrete was carried out, the result is to check the performance and density of the mixture. Finally, the tensile strength tests were carried out with a 0.19% improvement in concrete with graphene with a result of  $f'c = 43.93 \text{ kg / cm}^2$  with an 11% increase in resistance and the compressive strength of 0.19% of graphene and The result was  $f'c = 248 \text{ kg / cm}^2$ , which increased resistance by 17% at 28 days of age, with respect to the specific pattern.

Keywords: concrete, graphene, resistance and mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial las edificaciones a grandes escalas han demostrado el desarrollo de las grandes ciudades de nuestro planeta tierra, es así que el hormigón ha tenido cambios importantes en las modernas construcciones. Tales como, edificaciones, fuentes, canales y diversos usos más que se le ha dado el uso del concreto. Se puede decir, que el concreto tiene ciertas características como la resistente, la durabilidad y también es económico. En el Perú y como en otros países se busca que las construcciones con concreto sean modernas y que cumpla con las normas nacionales e internacionales. En ese sentido, se busca otras alternativas de modificación al concreto, para mejorar su desempeño de durabilidad y resistencia. En esta investigación se busca una nueva alternativa para mejorar el concreto convencional. El grafeno es un material sorprendente, las características y las propiedades que tiene este material son muy resistentes y duraderos a la hora de adicionar al concreto convencional. El avance tecnológico y científico nos ayuda a que se realicen investigaciones de diferentes componentes de mezcla del hormigón para mejorar las propiedades mecánicas, químicas y también físicas (ACI 201.2R-01, 2001, p.2). El Grafeno al usar los métodos de la fuerza atómica (técnica de microscopia), se dice que un módulo de Young es superior a los demás, indica es elástico y también es capaz de soportar resistencia a la tracción de 130GPa. Además, combina la fuerza y flexibilidad. Este material de grafeno está compuesto de carbono y de poseer una estructura hexagonal, resistente, flexibilidad y más ligero que el aluminio (Valencia, 2011).

La Importancia del descubrimiento del grafeno radica en el año 2004 cuando André Geim y Konstantin Novoselov descubrieron el grafeno y ganaron el premio Nobel en física. Además, mencionan que el material de grafeno, se puede mejorar las propiedades de las mecánicas del hormigón. (Vázquez, 2011, p.1). Las Investigaciones declaran que, las propiedades del grafeno mejoran la durabilidad, además que los sulfatos no penetren ni dañen. El grafeno ha generado un nuevo entusiasmo en la ingeniería de la construcción y en otros campos tecnológicos, principalmente por sus propiedades particulares y la posibilidad de transferirlas a otros materiales. Del mismo modo, el grafeno es obtenido a partir de recursos de

bajo costo (Rosu, Melendez y Torres, 2011). Por otro lado, el hormigón es un compuesto fundamental para la construcción, consta de un aglomerante que contiene cemento con una proporción agua con la búsqueda de una reacción de hidratación, agregados dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio (grava, gravilla y arena). El proceso de industrialización se debe a la gran variedad de aplicaciones, esto debido a sus características pétreas y su resistencia a esfuerzos de compresión, lo cual permitió su aplicación múltiple en obras de ingeniería y arquitectura. En la actualidad existe una mayor demanda del concreto, lo que conlleva a desarrollar y buscar métodos que optimicen y mejoren sus propiedades físicas. El Perú no es ajeno a dicha búsqueda, y es por esta razón, que se hace necesario la búsqueda de dichos métodos. Muchas investigaciones han evaluado el efecto del grafeno en el concreto, estudiando diversas variables como permeabilidad, su resistencia a la compresión entre otras. Sin embargo, dichas investigaciones evaluaron porcentajes de grafeno entre 0.5 % y 1.5 % se plantea la pregunta de si los intervalos de contenido de grafeno son los que mejor representan la información que se busca. Este hecho plantea el problema de la búsqueda del contenido exacto de grafeno que mejor ceda sus propiedades al compuesto de concreto. Con relación a la formulación del problema, se menciona que la nanotecnología está abarcando muchas áreas, y la ingeniería civil no es la excepción. Ya que, también existe la necesidad y obligación de investigar sus posibles aplicaciones buscando hacer uso de sus propiedades, sobre todo mecánicas.

Buscando dichas aplicaciones que se ha realizado diversas investigaciones que lo abordan desde diversos enfoques, tales como determinar de qué manera se modifican las propiedades del concreto por efectos de grafeno. Por lo tanto, en este estudio se busca conocer ¿Qué efectos tiene el porcentaje de grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, Callao 2021? Este problema general presenta la variable independiente del “grafeno” y la variable dependiente de la “propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>”. Para abordar este problema general se hace necesario descomponerlo en problemas específicos que son: primero ¿Cuál son las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en probetas con distinto porcentaje de grafeno?, segundo ¿Cuál es la relación entre el porcentaje de grafeno de entre 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19

% y las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>? y tercero ¿Qué porcentaje de entre 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 %, otorga mayor resistencia a la compresión? El desarrollo de este estudio tiene una justificación metodológica por que ha sido planificado con rigor científico con lo que proporciona un nuevo elemento en la elaboración del concreto, ya que esta investigación busca el porcentaje adecuado de grafeno en la elaboración del concreto.

Del mismo modo esta investigación servirá de guía para otras investigaciones dado que brindará información y sugerencias en la problemática presente en sus conclusiones. Respecto a la teoría, esta investigación se justifica por la búsqueda y análisis de información inferencial y conceptual, ya que provee una visión crítica de las tendencias en la investigación del grafeno y sus aplicaciones dado que aporta conocimientos para ser utilizado como antecedentes en futuras investigaciones. Los campos de aplicación del concreto son muy variados, entre ellos se tienen en el área de la ingeniería civil, exactamente en las obras de infraestructura civil por lo que la mejora de las propiedades mecánicas del concreto y mejora la resistencia a la compresión. La mejora de propiedades del concreto y por consiguiente de las infraestructuras viales, tendría un impacto directo en las ciudades donde se edifiquen dichas obras, señalando la existencia de una relación directa entre el nivel de vida y el estado de obras viales de las ciudades.

Si hacemos referencia al aspecto económico, el grafeno puede elevar el costo de obras, esto se compensaría con la mejora en su resistencia y duración, por lo que encontrar el porcentaje adecuado se hace indispensable para encontrar una relación entre costo - beneficio. Los objetivos de esta investigación están determinados en función al problema general como específicos. Este estudio tiene como objetivo general, definir los efectos del porcentaje de grafeno de las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, esta investigación se desarrolló en función de los siguientes objetivos específicos. Primero, determinar el tipo de distribución de las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Segundo, determinar la relación del porcentaje de grafeno al 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % y la propiedad mecánica del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Tercero, identificar el porcentaje de grafeno de entre 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % que mejorar las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

En consecuencia, se plantea la hipótesis general, que el grafeno tiene efectos en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, se planteó tres hipótesis específicas, a). La distribución de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en probetas con distinto porcentaje de grafeno tiene una distribución normal, b). Existe una relación directa entre el porcentaje de grafeno y las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, c). El porcentaje de 0.19 % de grafeno presenta mayores propiedades mecánicas del hormigón.

## II. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, se ha encontrado diversos estudios a nivel nacional e internacional, en la que se buscó definir los efectos del porcentaje de grafeno de las propiedades mecánicas del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, a continuación, se citan algunas investigaciones relacionadas.

Para Devi y Khan (2020), en su artículo titulado “Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando óxido de grafeno”, mencionan los autores que de la investigación es, para explorar la influencia del óxido de grafeno (GO) sobre la durabilidad y las propiedades mecánicas del hormigón. En las cuales realizaron 5 muestras. En donde fue un patrón y 4 con diferentes porcentajes de óxido de grafeno tales como 0.02%, 0.04%, 0.06% y por último 0.08% en peso de cemento. Los autores realizaron su investigación experimental, con especificaciones IS 8112:1989 y ASTM C150, Los agregados finos conforme a IS 383: 1970 y ASTM C136, agregado grueso natural tamaño nominal 12,5 mm. El óxido de grafeno utilizó el método de Hummer modificado. Una vez vertido la mezcla del concreto fresco se procedió a colocar en moldes y después de 24 horas el curado con agua durante 7, 28, 56, y 90 días de curado. Las pruebas a las propiedades mecánicas siguieron las normas ASTM C39/C39M y los cubos preparados fueron 100mm. Las roturas de los cubos fueron resistencia a compresión y tracción. La máquina de ensayo a compresión (CTM) fue de capacidad de 200T. Resultados de la resistencia a compresión y tracción mejoraron con la adición de óxido de grafeno en la matriz de cemento y mencionan que el GO actúa como catalizador en la aceleración del calor de hidratación del cemento en el concreto. En esta investigación concluyen que con adición GO de 0.02% en peso de cemento la resistencia ha mejorado de 12% y 24% de las propiedades de durabilidad. Y la trabajabilidad se redujo a 4% por contener GO y mantenerla el agua atrapada. Así mismo, se encontró que mejoró la calidad del concreto. Además, la microestructura de la combinación de GO ha mejorado los compuestos de concreto en el micro nivel a los 90 días de curado y la mezcla de 0.06% es la adecuada para mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón. Comentan que el GO es un material nanomaterial candidato en el futuro para realizar concretos más duraderos e inteligente y mayor resistencia.

Según Chen et al. (2020) En su artículo “Propiedades mecánicas y comportamiento de contracción de nanoláminas de óxido de grafeno que contienen hormigón”, realizaron la preparación de la mezcla de hormigón ordinario con adición de óxido de grafeno (GO) divididos en cuatro grupos, denominado con C0, C1, C2 y C3 de testigos de concreto, en donde C0 era concreto ordinario sin óxido de grafeno y con adición de porcentaje 0.02 % (C1), 0.05 % (C2) y 0.08 % (C3) en peso de cemento. La preparación de muestras realizó tres por grupo y los tamaños de muestra fue de 100mm x 100mm x 515mm. La investigación fue experimental a las propiedades mecánicas del hormigón y los ensayos fueron a compresión con GO y fuerza flexión con adición GO con edades de 3,7 y 28 días. Con respecto a la resistencia a la compresión del hormigón va aumentando con el auge de GO. Demuestran el experimento a las resistencias a la compresión de testigos a la edad de 3 días en 5.02%, 14.7% y 21.5% y a los 28 días 4.04%, 8.08% y 12.65%. Los ensayos realizados a la propiedad mecánico del concreto dicen que, mientras más adicionen GO será mayor la resistencia de hormigón.

Según Sui et al (2020), En su artículo “Investigación experimental sobre la influencia del óxido de grafeno en las propiedades del compuesto de polvo de cemento y residuos de hormigón” la investigación fue experimental a los efectos GO sobre las propiedades y la microestructura de polvo del concreto de residuos de cemento (WCP) en esta investigación se añadieron GO al mortero de 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04% y 0.05% en peso de cemento. Este estudio realizó para medir las propiedades del cemento compuesto WCP de acuerdo Estándar Chino GB/T17671 Y ISO 679 a la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Determinaron con cuboides de 40mm x 40mm x 160mm, la combinación monocomponente en masa, se ensayaron tres muestras para determinar la resistencia a flexión y seis muestras para la resistencia a compresión. El valor de asentamiento del mortero midió según GB/T2419 la máquina de prueba de compresión TYE-300D. Los cálculos a la resistencia a compresión realizaron con una precisión de 0.1MPa de acuerdo Estándar Chino GB/T17671. El cálculo de la adición de GO midieron con detector de ultrasonido no metálico ZBL-U510, los espacios vacíos y no compactados del concreto mediante pruebas de tiempo ultrasonido. Dicen en los resultados de la adición de GO dependería de ella la resistencia de la mecánica, en el porcentaje de 0.03% de adición de GO mejora la

resistencia a la compresión de 11.3% y con respecto a 0.05% de GO mejora un 19.2% y a la compresión a los 28 días. Refieren el grado de hidratación de la mezcla cemento – WCP mejoro con la adición de óxido de grafeno. Asi, mismo, los autores concluyen en este estudio experimental que la adición de GO en el compuesto cemento – WCP, los resultados de asentamiento de mortero se reducen con GO y además WCP las disminuciones con 0.05% fueron 15.6%17.7% y 18.2%. La adición de GO mejora la compresión y la resistencia del compuesto cemento WCP de 0.01% a 0.05%. Finalmente mencionan que el GO con partículas nanométricas y la estructura de lámina pueden mejorar las propiedades del mortero y el compuesto de cemento – WCP y aportar la aplicación de los residuos de polvo de concreto.

De su parte Liu et al. (2021), en su artículo “Propiedades mecánicas y microestructura del mortero de cemento de óxido de grafeno multicapa”, En este estudio se realiza la resistencia a compresión, la resistencia a flexión y la microestructura de mortero cemento. De los cuales se realizaron 4 muestras, 0%, 0.02%, 0.04%, 0.06% en peso de cemento. La investigación fue experimental a las propiedades mecánicas del hormigón, con especificaciones ASTM – ACI. El resultado de la prueba la compresión del mortero de cemento GO aumento en un 4.84%, 13.42% y la resistencia a flexión aumento en 3 días, 4.37%, 8.28%. La resistencia a compresión y la resistencia a flexión GO a los 7 días aumento 3.84%, 12.08% y un 2.54%, 13.43%. La acción reguladora del óxido de grafema multicapa (MGO) para la microestructura del mortero de cemento a temperatura edad fue mejor que a los 28 días.

De su parte Li et al. (2021), en su artículo de investigación “Propiedades de fractura de los compuestos de cemento reforzado con óxido de grafeno” En este artículo se investiga la mejora de tenacidad de los materiales a base de cemento, se agregó oxido de grafeno (GO) al mortero de cemento. Los parámetros de fractura se obtuvieron mediante el modelo de fractura de doble K. En las cuales realizaron 2 muestras, 0.01% y 0.07% del peso de cemento. Los autores realizaron su investigación experimental. Con unas especificaciones ASTM D-882. La tenacidad inicial a la fractura del mortero de cemento reforzado GO aumenta en 13.4%, 25.4% respectivamente. Las energías de fractura de los morteros de

cemento reforzado GO con diferentes contenidos de GO se incrementan en un 10,7% -33,3%, en comparación con el grupo de control. La prueba microscópica, se encuentra que el GO influye en el proceso de hidratación del cemento, optimiza la estructura de los poros y promueve la generación de productos de hidratación de alta rigidez. También mejora la adhesión de los productos de hidratación e inhibe aún más la generación y desarrollo de microgrietas.

De su parte Gholampour et al. (2020), en su estudio “Propiedades mecánicas de los compuestos de mortero de cemento que contienen óxido de grafeno”, En este estudio la investigación es experimental sobre las propiedades mecánicas de óxido de grafeno (GO), con especificaciones de ASTM – ACI. de los cuales se realizaron 4 muestras de 0%, 0.03%, 0.1% y 0.5% por peso de cemento. Utilizando equipos de investigación como micrográficas electrónicas de barrido (SEM), difracción de rayos X. Los resultados muestran que la resistencia a la tracción y a la comprensión de los compuestos de mortero de cemento GO aumenta hasta un 37,5 y 77,7% con un aumento en el contenido de GO a un 0.1%, 0.5% los resultados también muestran que un aumento adicional en el contenido de GO fue desfavorable cuando las hojas de GO se apilaron nuevamente, lo que redujo la tensión del puente y dio una mala dispersión de GO en el compuesto.

Según Devi y Khan (2020), en su artículo “Efecto del óxido de grafeno sobre el rendimiento mecánico y de durabilidad del concreto” los porcentajes de óxido de grafeno que usan para el ensayo fueron de 0.02%, 0.04%, 0.06% y 0.08% en peso de cemento. Observaron la química de cemento y GO han mejorado las propiedades térmicas, mecánicas, eléctricas, ópticas. La adición de óxido de grafeno tiene efectos de trabajabilidad con el efecto de absorber moléculas de agua. La incorporación de pequeña proporción de óxido de grafeno de 1% ha mejorado la resistencia a la compresión un 63% y la de 0.05% de óxido de grafeno se incrementó 15 al 33% de resistencia y la resistencia a tracción de 0.03% de óxido de grafeno se incrementó un 40% el óxido de grafeno se realizó con el método de Hummer modificado. Concluyen que la inclusión de óxido de grafeno ha mejorado la trabajabilidad del concreto, mejoro la resistencia a compresión en 21 al 55% y la resistencia a tracción en 16 al 38%.

De su parte Aliaga y Contreras (2019), en su estudio “Incorporación del grafeno para mejorar el comportamiento mecánico a compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2019”, en esta investigación realizada tuvo como objetivo mejorar la resistencia a la compresión del concreto, el diseño y la investigación de la incorporación del grafeno es experimental, ya que su investigación es el efecto que le da el grafeno en la resistencia a la compresión del concreto. Es por el cual, utilizaron porcentajes como 0.02%, 0.04%, 0.06% al 0.08%. Esta investigación es de enfoque cuantitativo basado en medición. Las cuales utilizaron los agregados de la cantera san Martín- Ate. El diseño de mezcla patrón lo realizaron con el método ACI 211 para el concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, realizándose 10 especímenes de hormigón patrón y 48 especímenes con el porcentaje de grafeno. 12 especímenes de hormigón con proporciones y sometidos a los ensayos de 7, 14 y 28 días de edad. En los análisis de los resultados de laboratorio, comprobaron que la dosis del porcentaje de 0.04% de grafeno, es el ideal para la resistencia del concreto y obteniendo un resultado de 17% logrando mejorar la resistencia al respecto del concreto patrón.

Como también Montañez y Zabala (2020), en su tesis “Análisis de la influencia del grafeno en la propiedad de durabilidad del concreto  $F'c 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima-2020”, donde realizaron una investigación con dosis de grafeno de porcentajes de 0.50% y 1.00%. Trabajaron los agregados con la cantera trapiche y su investigación fue experimental. Realizaron el ensayo de slump como resultado en el diseño patrón es de asentamiento de 3” y el asentamiento de 0.50% es de 4” asentamiento y el de 1.00% de Grafeno fueron de asentamiento 3”. El asentamiento de hormigón patrón y la modificado de 1% de grafeno no cambiaron los resultados. Así mismo, se realizó el ensayo de exposición a sulfato de magnesio y usaron 5000 mg/lit tiempo de rotura de probetas lo realizaron de 7, 14 y 28 días de curado. Mencionan, que en su análisis del concreto patrón que perdió de peso de 0.025 kg y además en 0.50% adicionando grafeno perdió de peso de 0.010 kg y al final al agregar 1.00% de grafeno también pierde más peso de 0.016 kg. Además, los especímenes fueron ensayados a la resistencia a compresión el concreto patrón a los 28 días. Los resultados al esfuerzo a la compresión con respecto al hormigón patrón fueron de 209.9 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.50% de grafeno con un esfuerzo a compresión de 247.5 kg/cm<sup>2</sup>. Por último 1.00% porcentaje de grafeno es de esfuerzo a compresión de

263.4 kg/cm<sup>2</sup> con edades de 28 días de curado. Concluyen los investigadores que con la adición de grafeno mejora la resistencia a compresión del concreto. Aumento un porcentaje de 18% a 26% de resistencia a compresión con respecto al hormigón patrón.

Otra investigación a nivel nacional fue elaborada por Apaza & Rodríguez (2019), titulada “Análisis de la influencia del grafeno como aditivo en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto, Lima-2019” la investigación de tipo aplicada y un enfoque cuantitativo. Donde los autores mencionan que primero se seleccionaron la cantera, en la cual se extraería los materiales, seguidamente utilizando la información recabada y realizaron un diseño de mezcla, así obtener la dosificación y para la preparación de la mezcla de hormigón patrón y las modificadas con grafeno. En la que, se utilizaron 3 grupos de probetas, 1 patrón (3 probetas) y 2 modificadas (20 probetas por cada dosificación). Los porcentajes para las testigos modificadas fueron del 0.05% y 0.1% con respecto al peso del cemento, y para el hormigón patrón 0%. Se evaluaron las variables de la trabajabilidad (slump) y la resistencia a la compresión ( $f_c$ ). Los resultados que obtuvieron para las dosificaciones de 0.05% alcanzo un aumento del  $f_c$  en un 13% y en la trabajabilidad una disminución del 5.33%; para el 0.1% lograron un aumento del  $f_c$  en un 14% y en la trabajabilidad una disminución del 6.67%.

Resumen de antecedentes de artículos y tesis que guardan relación con vuestra investigación referente a la adición de grafeno en el ensayo de especímenes. Se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Resumen de antecedentes.**

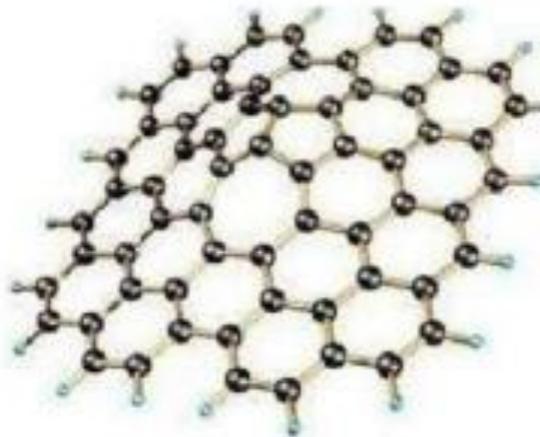
Tipo	Título	Autor y año	Grafeno (%)	% de mejora
Artículo	Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando óxido de grafeno	Devi y Khan (2020)	0.02%, 0.04%, 0.06% 0.08%	12% y 24%
Artículo	Propiedades mecánicas y comportamiento de contracción de nanoláminas de óxido de grafeno que contienen hormigón	Chen et al. (2020)	0.02 % 0.05 % 0.08 %	8.08% y 12.65%.
Artículo	Investigación experimental sobre la influencia del óxido de grafeno en las propiedades del compuesto de polvo de cemento y residuos de hormigón	Sui et al (2020)	0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04% 0.05%	11.3% y 19.2%
Artículo	Propiedades de fractura de los compuestos de cemento reforzado con GO	Liu et al. (2021)	0.01% 0.07%	13.4% y 25.4%
Artículo	“Propiedades mecánicas de los compuestos de mortero de cemento que contienen GO”	Gholampour et al. (2020),	0.03% 0.1% 0.5%	37,5 y 77,7%
Artículo	“Efecto del óxido de grafeno sobre el rendimiento mecánico y de durabilidad del concreto”	Devi y Khan (2020),	0.05% 1%	1% aumento a 63%
Tesis	Incorporación del grafeno para mejorar el comportamiento mecánico a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	Aliaga y Contreras (2019),	0.02%, 0.04%, 0.06% 0.08%	0.04% aumento 17%
Tesis	Análisis de la influencia del grafeno en la propiedad de durabilidad del hormigón $F'c 210 \text{ kg/cm}^2$	Montañez y Zabala (2020)	0.50% 1.00%.	18% y 26%
Tesis	Análisis de la influencia del grafeno como aditivo en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del hormigón	Apaza y Rodríguez (2019)	0.05% y 0.1%	0.1% aumento 14%

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a las variables implicadas en este estudio, como es el caso del grafeno y las propiedades mecánicas, es conveniente definir el desarrollo de las variables mediante el marco histórico y epistemológico.

## El Grafeno.

Se le conoce por primera vez desde año 1930, desde entonces muchos investigadores han buscado un grano perfecto. En el año 2004 resalto su gran importancia por Andre Gim y Konstantin Novoselov en donde consiguieron obtener mediante la exfoliación mecánica una capa de grafito en donde se podría medir las propiedades electrónicas por ello recibieron el premio nobel en año 2010, es así que a partir de ese año abrieron diversas investigaciones de las propiedades alotrópica bidimensional. Desde entonces, se realizaron diversos estudios que podría aplicarse en diversos ámbitos de la ingeniería. EL grafeno contiene una estructura de forma hexagonal y de forma de un panal de abeja y tamaño de un átomo de carbono (ver figura N°1). Los análisis se realizan mediante un microscopio, gracias a la estructura es ultraligera. La obtención del grafeno es mediante la exfoliación del grafito de la familia del carbono. En las cuales se pretende demostrar la estructura y las propiedades del grafeno para verificar su resistencia. En las cuales hay diferentes métodos para verificar la estructura del grafeno (Coello 2021, pg. 2).



*Figura 1. La estructura de grafeno en lámina.*

Fuente: Coello (2021, p. 2).

El grafeno es un material ultraligero que busca incursionar en el mercado por proveer estructuras livianas, por otro lado, el grafeno puede realizarse aleaciones con otros elementos con el níquel y el cobre. El compuesto de grafeno y el cobre alcanza a 1.5 GPa., a la vez una resistencia de 500 veces mayor que su material y un 50% más duro que el titanio y 200 veces más fuerte que el acero o también 3

veces más fuerte que la aleación de aluminio que se emplean en construcción de estructuras (Delgado, 2015).

#### Propiedades del grafeno

Las cualidades de este material que es alótropo de carbono son imposibles de encontrar en otros materiales las mismas cualidades de un modo natural. Por lo tanto, se menciona algunas propiedades del grafeno:

**Resistente.** Por su fina estructura, el grafeno es muy resistente 200 veces más dura que el acero.

**Conductor de electricidad.** Supera la conductividad del material cobre comúnmente usado en estos días y además necesita menor cantidad de electricidad para poder transportar energía con diferencia a los demás materiales, de manera que, el grafeno es capaz de generar energía eléctrica a través de la energía solar.

**Flexibilidad.** Este material presenta gran elasticidad permitiendo que sea moldeable y también permitiendo que sus aplicaciones sean variables.

**Gran dureza.** Es dura, cuesta rayarlo es así mejorando al diamante. Es por ello, que se considera resistente al desgaste.

**Densidad.** Se trata de un material impermeable a gases y líquidos.

Puede reaccionar con otras sustancias. Esta propiedad de grafeno permite crear nuevos materiales a partir de su estructura inicial y con la posibilidad de aumentar sus aplicaciones.

#### Principales métodos de síntesis del grafeno

Este material en grafeno ha sido sintetizado por varios métodos tales como: método de desgaste de arco, deposición química de vapor o microondas, reducción química, reducción térmica y exfoliación micro-mecánica.

En la figura nº 2 se muestra la oxidación de la lámina de grafito para obtención del grafeno.

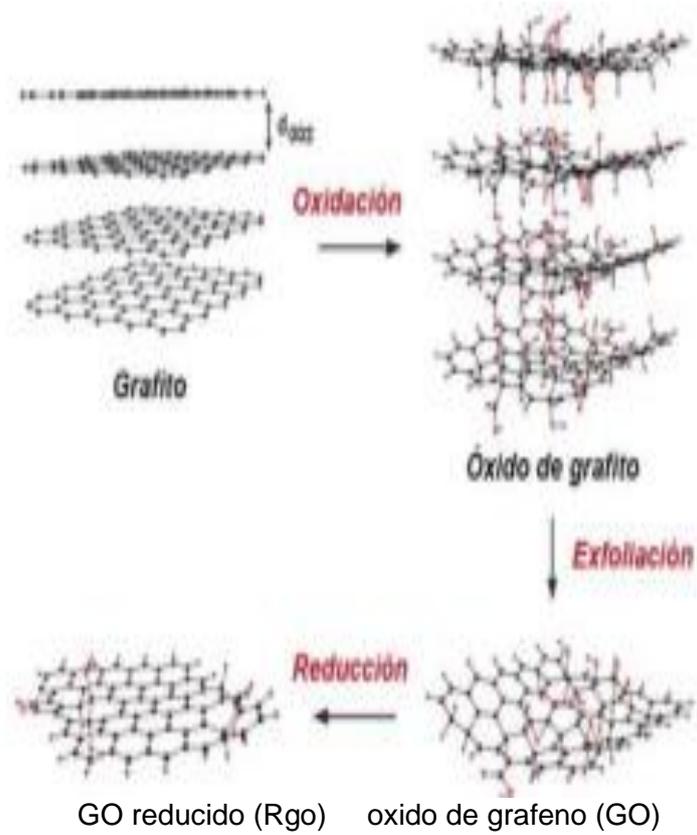


Figura 2. Ruta de grafito obtención de grafeno

Fuente: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2017>, p. 2

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo.

Para Rodríguez Moguel (2005), “Los tipos de investigación no son puros, generalmente son combinaciones entre sí y responden a las aplicaciones de la investigación, pueden clasificarse de forma tradicional en tres tipos: la investigación histórica, descriptiva y experimental” (p. 23).

Según Namakrroosh (2005), refiere el siguiente

“Existen dos tipos de investigaciones la investigación Aplicada que sirve para decidir acciones como estrategias y establecer políticas; principalmente la característica sirve para resolver problemas. Además, comenta la investigación pura nos sirve para determinar decisiones importantes y planificar” (pág. 44).

Esta investigación será tipo aplicativo cuantitativo, con aplicación directa en la ingeniería civil, las variables específicas corresponden a propiedades mecánicas de probetas y modificadas con aditivos de grafeno.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) dice que la investigación experimental, confirma el estudio cuantitativo. También menciona que el proceso es secuencial, que dice que se inicia con una idea, pero limitada, además define los objetivos y las preguntas que esta establezcan. Menciona que se debe realizar una verificación literaria y se debe tener criterio teórico. Se analiza la finalidad, duda y respuesta se deben realizar las hipótesis todo esto es para realizar un proyecto de investigación se debe terminar realizar un modelo. Por último, todas las notas examinadas con instrumentos medición y principalmente con análisis estadísticos se forman los resultados. Es decir, se debe recoger los estudios de datos numéricos de las variables de enfoque cuantitativo y luego incluir el grafeno que le dé la mejora a las propiedades mecánicas del hormigón.

##### 3.1.2 Diseño.

El diseño realizado, es experimental, considerando con un control mínimo de la variable independiente. El estudio es a las características mecánicas del hormigón en las que se añadirá un porcentaje de grafeno para mejorar la resistencia a

comprensión y la tracción. En ese sentido realizaremos la mezcla patrón y su modificación para mejorar la resistencia.

Tendrán muestras de ensayo de comprobación de propiedades, verificación y sus características del concreto. Se menciona el Código de nomenclatura se muestra la nomenclatura internacional normalizada relativa a la ciencia y la tecnología (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Para campos de ciencia Nomenclatura internacional

Cód.	Ciencias tecnológicas	Sub código	Nomenclatura
3305	Tecnología de la Construcción	3305.05	Tecnología del Hormigón

Fuente: UNESCO (<http://skos.um.es/unesco6/3305>)

### 3.2. Operacionalización de variables

#### Variable 1. Grafeno

Según Paz (2018) menciona en su estudio "El grafeno es una forma alotrópica de carbono", el grafeno es una estructura molecular de cristal bidimensional y su forma es de similar de una red hexagonal a la de un panal de abeja, el cual tiene un espesor de un átomo" (p. 7). (Anexo 2).

#### Variable 2. Propiedades mecánicas del concreto

Se considera a la compresión de las muestras en laboratorio (piezas de prueba) entre ellas dos placas planas en donde se aplican una fuerza aplicada uniformemente en la muestra. En donde se aplica en una Prensa (Forney, 2009, p. 245). (Anexo 2).

### 3.3. Población

La población está constituida por los fenómenos que se quiere examinar en el estudio y se relacionan estrechamente con la interrogante y los fines de la investigación. Su identificación nos permite tener una mejor visualización del estudio, por lo que se considera que es un aspecto de gran importancia. (Mendivelso y Rodriguez , 2020, p. 144).

Mientras que la muestra está constituida por las unidades seleccionadas de la probación con el objetivo de estimar los valores que caracterizan a la población, son diversos los diseños para realizar el cálculo de la muestra y se relaciona con la forma de seleccionar sus datos” (Vivanco, 2005, p. 24).

Para esta investigación la población y muestras son la misma, considerando que los especímenes con distinto porcentaje de grafeno de entre 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % y con ensayos de 7 días 14 y 28 días. El tiempo de curado a la resistencia a compresión (ver tabla 03) y la resistencia a la tracción es de 7, 14 y 28 días (ver tabla 4) al tiempo de curado a la resistencia al concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, son los que nos permite trabajar con toda la población.

**Tabla 3.** Muestreo a la compresión del concreto, en relación al porcentaje de grafeno y tiempo de curado.

Ensayo NTP	Tipo	Edades(días)			Total
		7	14	28	
Muestra Resistencia a la compresión	Muestra patrón	3	3	3	9
	Concreto 0.09% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.13% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.15% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.19% de grafeno	3	3	3	9
total					45

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.** Muestreo a la tracción del concreto patrón y al porcentaje de grafeno y tiempo de curado.

Ensayo NTP	Tipo	Edades(días)			Total
		7	14	28	
Muestra resistencia a la tracción	Muestra patrón	3	3	3	9
	Concreto 0.09% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.13% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.15% de grafeno	3	3	3	9
	Concreto 0.19% de grafeno	3	3	3	9
Total					45

Fuente: Elaboración propia.

En tanto que, para el muestreo, este será probabilístico por conveniencia que consistirá en probetas cilíndricas de 6" x 12" de concreto cuadro 01, con contenido de muestra con diferente porcentaje de grafeno de entre 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % y la tracción del hormigón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

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

#### 3.4.1 Técnicas

Para Hamodi, Lopez y Lopez (2015), dice que la técnica se define como las estrategias que utiliza el investigador con el objetivo de recoger todos los datos necesarios sobre el objeto evaluado, para lo que se puede utilizar la observación, encuestas y el análisis documental y de producciones (p. 154).

En este estudio se empleará para obtener información adecuada formatos respectivos para cada tarea, tanto para ensayos en probetas de hormigón con porcentaje de grafeno al 0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % y las probetas con testigos, con estos ensayos se realizará las cargas a compresión axial y la medición de asentamiento (slump) del hormigón fresco.

Técnica de observación; esta técnica nos permitirá observar al detalle cómo se lleva el acabo de ensayos en laboratorio y luego plasmarlo en el programa Excel en las cuales nos ayudará a la interpretación y los análisis de los resultados obtenidos en laboratorio.

#### 3.4.2 Instrumentos de recolección

Estos se consideran como las herramientas utilizadas por el investigador con el objetivo de obtener información necesaria que sirva como insumo, estas son procesada y de esta manera se obtienen los resultados de la investigación. (Hernandez y Pascual , 2018, p. 160). En este caso se seguirán los protocolos de la norma ASTM C39 para el ensayo a compresión y el ensayo a tracción la norma ASTM C496 y la mezcla es con el diseño del método ACI -211.1-91.

#### 3.4.3 Validez y confiabilidad.

La validez y la confiabilidad de los instrumentos presentados y utilizados en nuestro estudio están validadas de acuerdo a los estándares a la norma técnica

peruana (NTP) y el concreto están de acuerdo a las normas basadas en ASTM (American Society for Testing and Materials). Ver la tabla 5.

**Tabla 5.** *Tabla de normas*

<b>N°</b>	<b>Proceso</b>	<b>Norma</b>
1	Granulométrica	NTP 400.012
2	El diseño de mezcla	ACI 211
3	Ensayo de slump	NTP 339.035
4	Ensayo peso unitario	NTP 400.017
5	Ensayo, resistencia a compresión.	ASTM C39
6	Ensayo, resistencia a tracción.	ASTM C496

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5. Procedimientos**

En esta investigación, buscará evaluar comparar entre el porcentaje de grafeno en los ensayos de la resistencia a compresión y tracción. Para lo cual se ejecutarán tres etapas. La primera, consiste en la selección de materiales, los insumos y el grafeno necesario para la mezcla y así, garantizando una adecuada calidad. La segunda etapa, consiste en; la preparación de las mezclas y la fabricación de especímenes con las dosis de grafeno. La tercera etapa consiste en el sometimiento de los especímenes a la prueba de compresión y tracción. Y por último la obtención de resultados de la rotura de especímenes. El proceso para la recolección de datos consistirá en un adecuado instrumento de medición, se coleccionarán los datos necesarios del laboratorio para su posterior análisis estadístico.

#### **3.5.1 Materiales para la mezcla**

Cemento Portland tipo I (Sol). De acuerdo, en nuestra investigación se usó el cemento con un porcentaje de grafeno de acuerdo a las dosificaciones de cada proporción. Esto adición nos permitió averiguar de qué maneta mejora la resistencia del concreto.

**Granulometría.** Se obtiene la muestra por cuarteo y se escoge la cantidad necesaria para los ensayos y nos regimos de acuerdo a la norma ASTM C33 indica que, para agregado fino como mínimo debe ser 300g y para agregado grueso debe ser 20kg. Los agregados se obtuvieron de la cantera ubicada Quebrada la estrella Nro. S/N Urb. Santa Clara (Esp.H. El Pueblo/pas.cement.A.A.H.H 5 Nov) Lima / Lima / Ate. De la propiedad de la empresa: Agregados Santa Clara S.A. actividad de extracción de piedra, arena y arcilla. Inicio de actividades del año 1970. La granulometría de los agregados tales como: la granulometría se aplica la fórmula de Fuller y Thompson:

$$p = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

Dónde:

- P= porcentaje de material que pasa por el tamiz de abertura d.
- D =tamaño Max. de agregado.

**Agregado Fino (NTP 400.012).** La granulometría retenida en las mallas o tamices ASTM n° 4 a n° 100 de la serie Tyler. El módulo de finura debe de estar dentro del rango 2.3 a 3.1 señalado en la normativa ASTM C33.

**Módulo de Finura (NTP 400.011).** Se define módulo de finura a la suma de los porcentajes acumulados u obtenidos en las mallas, las cuales se divide entre 100. Y los valores de rango 2.3 y 3.1

**Peso específico - NTP 400.022 / ASTM C127-84.** El peso específico es la relación de la masa o peso en aire con respecto al volumen de la masa. Dadas en tres formas tales como:

- Peso específico de masa. (volumen con poros)
- Peso específico de peso saturado superficialmente seco (esto se refieren cuando el volumen de concreto está lleno de agua).
- Peso específico aparente (esto se refiere al volumen sólido y se incluye los poros impermeables menos los capilares).

**Porcentaje de absorción.** Se considera así a la disminución de la masa con respecto a la masa de la muestra seca, además se determina tomando la medida de la masa disminuida de la muestra saturada y sacarla después de 24 horas en el horno y colocarla en superficie seca.

**Peso unitario (NTP 400.017).** Es el peso o densidad de la masa del agregado, es decir el peso neto de la masa del agregado en el recipiente, esto se divide entre el volumen, esto representara el grado de compactación que se expresa en kg/m<sup>3</sup>. se conoce 2 formas:

- El peso unitario suelto, es cuando el agregado seco se coloca en el recipiente prescrito, que dependerá del tamaño máximo del agregado en el recipiente lleno y se pasa nivelando la superficie con una varilla. Este se obtiene multiplicando el peso unitario por el peso neto y por el factor de calibración (recipiente calculado).
- Peso unitario compactado. la cual se llena en 3 partes el recipiente, además se apisona cada atapa del volumen del recipiente, luego con 25 golpes con la varilla compactadora, esta varilla debe ser de punta semiesférica de medida 5/8". La obtención del peso unitario compactado se multiplica por el peso neto y por el factor de calibración de la bandeja calculada.

**Contenido de humedad.** Se define como exceso al agua en estado saturado y la superficie seca se define en porcentajes. El agregado es cuando la humedad inferior a la absorción, por cuanto se debe de agregar agua al concreto es así que se compensa la adsorción del agregado. Si en el caso la humedad está por encima de la adsorción entonces se agregará menos agua. Si en el caso la humedad fuera alta entonces, se aumentará la relación de agua cemento. Entonces, disminuirá la resistencia. Por otro lado, si la humedad es baja, no lograra el concreto la trabajabilidad requerida. Como se indica en ambos casos, influye en la resistencia y las propiedades del concreto. Es la razón se conocer la humedad para controlar y tener buenos resultados de la calidad del concreto.

**Agregado grueso (NTP 400.012).** El agregado grueso debe obtener la máxima densidad del concreto y además debe tener la trabajabilidad en el diseño de

mezcla, además para su validez debe pasar los tamices 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", # 4 según la norma ASTM C33.

Una vez de colocar o añadir el agregado en el tamiz se obtiene el peso en cada tamiz, correctamente se toma los materiales retenidos y se pesa por tamiz.

- % retenido = masa retenida en el tamiz \*100 masa total de la muestra.
- %Pasa =100 - % retenida y acumulada.

Los resultados de los análisis granulométricos se representan en forma gráfica curvas granulométricas y por consecuencia hay factores que se obtiene de los analices como: el módulo de finura (MF)

**El módulo de Finura (NTP 400.011).** Se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos, de tal manera que cumpla la relación de 1:2 y desde el tamiz N° 100 además, adelante hasta tamaño máximo y se divide entre 100.

- MF = Es el % Retenido y acumulado/100

**Peso específico.** Se establece el peso del agregado grueso con respecto al peso del volumen absoluto con igualdad de agua. El valor del agregado del peso específico normales oscila entre 2500 y 2750.

**Porcentaje de Adsorción.** Se determina de acuerdo a la norma ASTM C566 es cuando se determina el contenido neto del agua en el concreto y se pueda determinar el peso correcto de cada mezcla

**Peso unitario (N.T.P. 400.017).** El peso unitario es igual al peso del agrega fino. Los cuales se conocen dos formas como el suelto y compactado.

- Peso unitario suelto. es cuando se coloca seco en un recipiente prescrito que dependiendo el tamaño máximo hasta que rebose y después nivelar el agregado con la varilla y después se obtiene el peso unitario suelto esto se multiplica por el peso neto y el factor de calibración calculado en el recipiente.
- Peso unitario compactado. la cual se llena en 3 partes el recipiente, además se apisona cada atapa del volumen del recipiente, luego con 25 golpes con la varilla compactadora, esta varilla debe ser de punta semiesférica de

medida 5/8". La obtención del peso unitario compactado se multiplica por el peso neto y por el factor de calibración de la bandeja calculada.

**Contenido de humedad.** El exceso de agua se define como en esta saturado y una parte seca y esto se define por porcentajes. Este punto es muy importante porque se debe tomar en cuenta la cantidad de agua, porque si no altera en el diseño de mezcla del concreto.

**Grafeno.** La procedencia de grafeno es del país de China, polvo de óxido de grafeno industrial, diámetro 20µm, grosor < 5 nm, Contenido de óxido: ~ 35 % y además nombre de la marca XFNANO tamaño 1 Kg. Artículo XFSG01. Este material grafeno se va agregar para la obtener los resultados para mejorar la resistencia del concreto.

### **3.5.2 Método del ACI**

El Método del ACI se deberá tener en cuenta los ensayos según el Peso Unitario (NTP339.046 – ASTM C138), y además los Ensayo de Peso Específico y Absorción del agregado grueso y fino de acuerdo a las normas ASTM C127/ NTP 400.021; ASTM C121/NTP 400.022, también el Peso Unitario de los agregados con las normas de ASTM C29/NTP 400.017.

### **3.5.3 ensayos**

3.5.3.1. Ensayo de pesos unitarios del concreto fresco (NTP339.046 – ASTM C138)

El ensayo según la norma se calcula la densidad de la masa total o bruta (bulk density) este ensayo es muy útil porque se ve la uniformidad del concreto y además sirve la comprobar el rendimiento de la mezcla en donde se compara el peso unitario del diseño y con el real de la obra. También se determina la densidad del concreto fresco compactado al medir la manejabilidad. Este peso unitario se determina el peso del concreto fresco compactado en el recipiente.

El material empleado para el ensayo son los siguientes: molde cilíndrico, báscula o balanza, varilla de 5/8" lisa, placa de enrase, mazo de goma, cucharón metálico

Procedimiento. Para ensayo de laboratorio Utilizando la báscula obtenemos la masa del molde cilíndrico para nuestro ejemplo. El molde tiene una masa de 4.772 kg y un volumen de 0.00 935 m<sup>3</sup>. Se procede a limpiar con un trapo húmedo tanto el molde como la varilla. De manera visual dividimos el molde en tres capas, la primera capa comienza a llenar el primer tercio del molde con concreto fresco, se toma la varilla de acero y medimos nuestro agarre, de tal forma que al comenzar el varillado no golpeamos el fondo del molde. El varillado se hace un total de 25 veces, siguiendo un patrón espiral de afuera hacia adentro. Y luego a golpear el exterior del molde con el mazo de goma, con un mínimo de 10 y un máximo de 15 golpes, con el fin de eliminar los espacios dejados por la varilla y las burbujas que hayan quedado atrapadas. Segunda capa, se agrega más concreto fresco, hasta ocupar los dos tercios del volumen del molde. Medimos nuestro agarre de tal forma que al realizar el varillado no pase más de 25 mm. Este varillado también se realiza un total de 25 veces, siguiendo un patrón espiral de afuera hacia adentro. Igual se golpea el exterior del molde con el mazo de goma. La tercera capa se agrega más concreto fresco, hasta ocupar el total del volumen del molde, evitando que éste se derrame de la misma manera se varilla y se golpea con el mazo se las etapas anteriores. Terminado el variado, una vez terminando con una plancha se nivela se da el acabado final realizando la superficie y quitando el material que haya podido quedar como excedente. Luego con un trapo húmedo limpiamos todo el material que haya quedado en el molde y de esta manera obtener únicamente la masa del concreto en el molde. Se procede a llevarlo a la báscula o balanza para obtener la masa final. Se realiza el ensayo para ver la densidad de diseño del concreto fresco como se muestra en la figura 3.



*Figura 3. Ensayo de la densidad del concreto*

Fuente: elaboración propia

### **3.5.3.2 Ensayo de slump (NTP 339.035).**

Este método de ensayo de cono de abrams, se realiza la medición del asentamiento del concreto fresco.

Equipo para en el ensayo:

- Cono abrams (forma de cónico la base inferior de 20 cm y el superior 10 cm y de altura 30 cm. Con asa y aletas de pie.
- Varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro de longitud 60 cm y la punta semiesférica.

Procedimiento:

- Se coloca el molde en una superficie plana tiene que estar humedecida y no absorbente.
- Llegar concreto fresco en tres etapas o 1/3 del volumen.
- Compactar en cada capa y chusear 25 golpes en forma desde extremo al centro uniformemente en toda la sección. Entre capas pasar 1" aproximadamente y debe golpear con martillo de goma para compactar la mezcla alrededor del cono.
- Una vez llenado por tres etapas, se nivela con la varilla hasta que quede al ras del molde.
- Levantar el molde en forma vertical a la vez pisando la base, este tiempo se debe realizar de 5 a 10 segundos. Sin torceduras o evitar movimientos laterales.
- Se debe observar y colocar el cono volteado y la varilla transversal para la toma de medidas. Se realiza una muestra de ensayo como se muestra en la figura4, este ensayo es para realizar como se encuentra el diseño de mezcla, en donde se va medir es el slump del concreto fresco.



*Figura 4. Elaboración de ensayo de slump*

Fuente: elaboración propia

#### Procedimiento Compactado:

Se llena a dos tercios de su altura y se aplica 25 veces golpe uniforme, para las demás capas se debe tener en cuenta 25 veces con la varilla de acero (pero cuidando de que no penetre a la capa anterior).

Se pesa el recipiente agregando como tara y el recipiente con el agregado compactado.

#### Procedimiento Suelto.

El proceso se llenará el molde, una vez que este nivelado con una herramienta adecuada a una altura máxima de 50mm por la parte del borde superior del molde, para evitar la segregación. Se llena el recipiente y se pasa una regla para uniformizar la superficie sin compactar.

#### **3.5.3.3 Preparación de probetas (ASTM C31)**

Los testigos cilíndricos son de medidas estandarizadas de 6"x12" o 4"x8" el proceso de fabricar la probeta se realiza en 3 capas similares y compactado con 25 golpes en toda el área, para la capa superior al realizar golpes con la varilla de acero se debe tener cuidado de no penetrar a la capa anterior. Se quita toda la suciedad a los moldes y pasar un trapo húmedo a los moldes. Se aplica desmoldante por dentro para facilitar el desmoldado de la probeta. Se realiza muestreo de probetas como se muestra en la figura 5, este muestreo nos ayudara a verificar la resistencia del concreto de distintas edades que se puedan realizar los ensayos de rotura de acuerdo a las normas indicadas.



Figura 5. *Elaboración de probetas*  
Fuente: Elaboración propia

### **Procedimiento**

Mezcla de hormigón se llevó a cabo en una mezcladora tipo trompo, se añade agua de acuerdo al diseño de mezcla. Para los agregados se tiene moldes para una proporción uniforme de agregado, se agrega el cemento y el grafeno la diferencia de agua restante se agrega al final; todo esto en paralelo mientras que la mezcladora está en movimiento y estén estado homogéneo para colocar en un bugí. En seguida se saca muestras de testigos en 3 capas y por cada capa se realizará 25 veces de punzadas, la última capa se debe dejar una superficie uniforme. El testigo se debe dejar secar por un lapso de 24 horas y a temperatura de ambiente.

### **Desmoldar y curar**

Cuando los testigos estén secos, estas se desmoldan de forma cuidadosa para evitar daños y de forma verticalmente. El curado se lleva en una poza especialmente preparado para los testigos y los ensayos en el laboratorio, se les deja bajo agua por 7, 14 y 28 días para adquirir su mayor resistencia.

### **Refrentado de especímenes (ASTM C617)**

Estos procedimientos no indica claramente para proveer superficies planas en la cara superior de la probeta de hormigón fresco, en estado endurecido los testigos de concreto cuando la parte superior de la superficie no este uniforme entonces, no cumple la perpendicularidad de las normas aplicables se desecha la muestra". (Astm C617, s.f, p. 1).

### 3.5.3.4 Resistencia a la compresión.

El ensayo se fundamenta en aplicar una carga axial a los especímenes de compresión a una velocidad normal en un rango prescrito mientras que ocurra la falla. El trabajo de la carga máxima alcanzada es distribuido por el área de la sección transversal del testigo” (ASTM C39, s.f., 1p). Establece la norma ASTM C39 la determinación del esfuerzo a compresión con testigos cilíndricas que sean moldeadas, además la norma limita a especímenes que tengan un peso unitario más de 800 kg/m<sup>3</sup> (50lb/pie<sup>3</sup>). El testigo es calculada mediante máxima carga obtenida y dividido por el área de la carga axial del testigo.

Equipo:

La máquina de ensayo debe cumplir de acuerdo a la norma y operar con energía eléctrica y se aplicará una carga continua al ensayo de rotura. El porcentaje de error no debe ser mayor de +- 1.0% de la carga indicada. Norma ASTM E4 y debe cumplir las siguientes condiciones;

- La máquina se calibra a cada 13 meses.
- Instalación original de la maquina (fabrica).
- Precisión o exactitud

Muestra

Los especímenes de concreto deben cumplir.

- La medida debe ser 2 diámetros de ángulo recto (media altura del testigo) y una aproximación de 0.25 mm.(0.01pulg).
- Revisar que el eje axial este perpendicular al espécimen. No debe tener más de 0.5° (1mm en 100mm)
- Los testigos que no tengan los extremos planos dentro de 0.05mm (0.002 pulg.) se capearán o pulirán según la norma ASTM C617 o ASTM C1231.
- La longitud sede debe medirse por los 3 lados de la circunferencia.

Procedimiento.

El proceso de ensayo se realiza, cuando se retira de la cámara de curado y conservando sus condiciones de humedad del espécimen. Como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.** *Tolerancia admisible para tiempo de curado y ensayo de compresión*

Edad para ensayo resistencia a la compresión	Tolerancia permisible para ensayo en laboratorio
24 horas	$\pm 0.5$ horas y 2.1%
3 días	$\pm 2$ horas y 2.8%
7 días	$\pm 6$ horas y 3.6%
28 días	$\pm 20$ horas y 3.0%
90 días	$\pm 48$ horas y 2.2%

Fuente: norma ASTM C39.

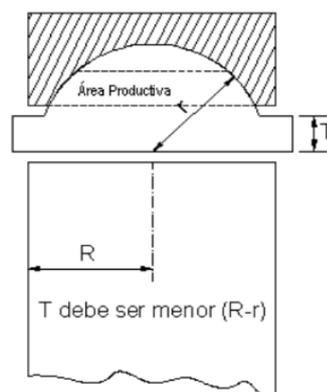


Figura 6. Esquema cara móvil de la máquina

Fuente: [www.utpl.edu.ec/aci](http://www.utpl.edu.ec/aci) (p. 6).

Módulo de elasticidad.

Este módulo de elasticidad se debe de describir el resultado de la rigidez del material la que está sometida a la carga continua, además no debe pasar el límite elástico. De acuerdo a la norma ASTM C469 debe pasar sin interrupciones la prueba y tomar registro de los resultados del valor de carga aplicada. La deformación longitudinal ( $S_1$ ) sea 50 millonésimas y el esfuerzo sea el 40% de ruptura. La curva y la deformación unitaria se deben tomar de dos a tres lecturas cuando la carga es constante. Ver figura 7.

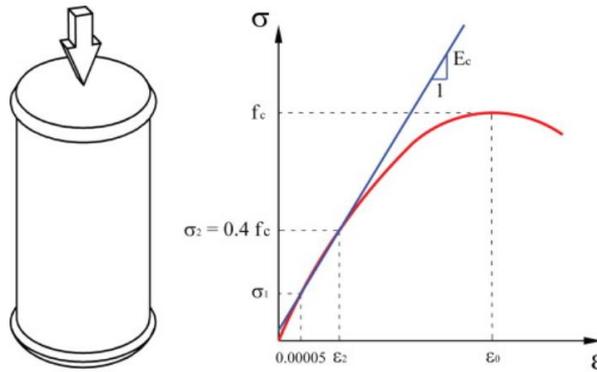


Figura 7. Módulo de elasticidad

Fuente: ASTM C469.

Formula:

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

Dónde:

- E = Modulo de elasticidad

Esfuerzo.

El esfuerzo, se define al material que tiene la resistencia distribuida en todo su cuerpo o área. El resultado de esfuerzo nos permite compara la resistencia de cada espécimen. Formula dada:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dónde:

- P fuerza axial
- A área de sección transversal

Deformación unitaria.

La deformación se relaciona con los cambios de la carga aplicada directamente al espécimen. Se representa mediante la fórmula:

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

Dónde:

- $\epsilon$  es deformación unitaria
- $\delta$  es alargamiento
- L es longitud inicial

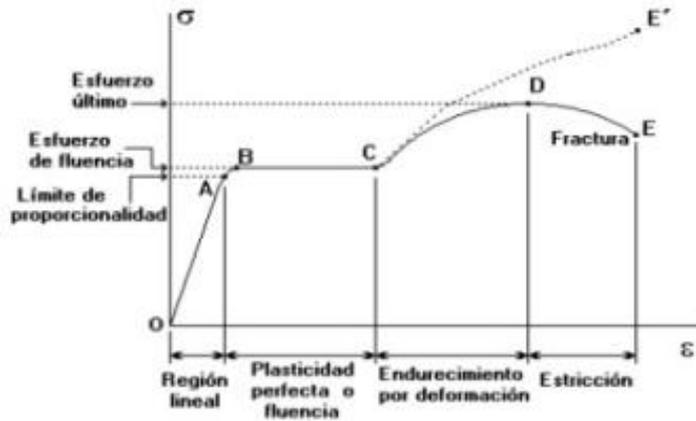


Figura 8. Curva de esfuerzo y deformación unitaria  
Fuente: Barrios (2015).

Tipo de falla de a la compresión.

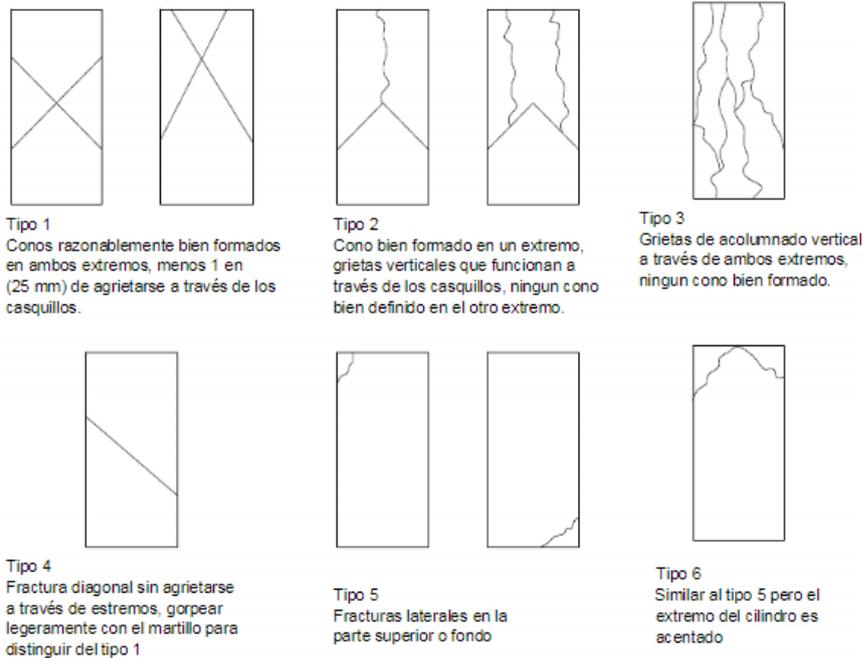


Figura 9. Diagrama patrones típicos de fractura

Fuente: Norma ASTM C39

### 3.5.3.5 Resistencia de tracción (ASTM C496)

El método de ensayo es aplicar una fuerza compresión diametral a lo largo de un testigo cilíndrico de concreto a la velocidad establecido hasta que se produzca la falla o rotura. Se usan tiras de apoyo de material madera delgada de manera que la carga sea aplicada uniforme a lo largo del cilindro. El significado a la resistencia a la tracción es por hendimiento significa resistencia a la tracción

directa y se usa la resistencia por hendimiento es para evaluar la resistencia al corte. La máquina de prensa el ensayo debe cumplir con los requisitos de método C39.

**Procedimiento:**

Marcado: Se realiza un trazado diametral al testigo y se coloca los ejes.

Medidas: Se realiza las medidas del diámetro y la longitud del espécimen.

Cálculo de resistencia máxima a la tracción:

$$T = \frac{2P}{\pi l d}$$

Dónde:

- T = carga máxima rotura
- P = carga máx. aplicada
- l = longitud promedio
- d = Diámetro promedio encontrado

**3.6. Método para el análisis de datos**

Los resultados registrados de las pruebas de comprensión y tracción las que se someterá los testigos serán registrados en un archivo en Excel, para luego pasarlas al software estadístico SPSS Statistics versión 23, lo que permitirá realizar el análisis descriptivo y las pruebas de estadística inferencial.

Se interpreta los resultados anotados, el cual debe ser confiables ya que nos da a conocer una información sin modificar. El procesamiento analizado de los datos colaborados será procesado y calculados con el programa Excel. Los datos obtenidos en laboratorio se practicarán los ensayos de la manera: la junta de datos se realizará mediante la información de los datos de equiparación elaboras en Excel. Indagación estadística usando programa SPSS, donde se realizará la corroboración de normalidad del análisis de ANOVA y la Prueba de Tukey, es para la comparación de medidas de acuerdo al análisis de la resistencia a la compresión y tracción del hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

### **3.7. Aspectos éticos**

La ética es la capacidad de una buena práctica y la buena relación entre los investigadores, sociedades y temas de investigación. También se precisa en la aplicación de tres principios: tales como, a) La honestidad, b) la verdad y c) el crédito se desarrolla en el trabajo. Lo opuesto a la moralidad es desarrollar un mal comportamiento en el proceso. Una investigación como el fraude implica trabajo deliberadamente no constituye la veracidad y se clasifica en tres: a) Fabricación de datos (datos inventados), b) la falsificación de datos (datos manipulados) y c) Plagio (trabajo de otros autores de forma intencional).

Así mismo, se garantiza la integridad del procedimiento del preparado del concreto y la valides de los resultados arrojados por los equipos de medición.

Del mismo, modo también se garantiza el cumplimiento del derecho intelectual de los autores citados en esta investigación.

## **IV. RESULTADOS**

Se describe los resultados granulométricos de los análisis de agregado grueso y agregado fino y además se nombra los análisis de ensayos de resistencia a compresión y resistencia a tracción de especímenes realizados en el laboratorio de la empresa de A&A Terra Lab.

La norma ASTM C33 se usa para la clasificación de mallas y aparatos usados que cumpla los requisitos de la norma, los alcances para el tipo de agregado a analizar y el procedimiento a considerar para lograr los resultados satisfactorio que exige la norma. En este tipo de trabajo se usa tamices o mallas para clasificar las partículas según el tamaño de retención de los agregados finos y gruesos.

Los analisis elaborados al agregado grueso y fino, estos resultados se usaron en el diseño de mezcla. En ese sentido, se realizaron estudios a las características físicas a la granulometría de los agregados y los análisis realizados a la granulometría que fueron: la determinación del peso unitario, la determinación de peso específico y absorción, el contenido de humedad y el módulo de fineza a los agregados.

### **4.1. Propiedades de agregado fino**

#### **4.1.1 Análisis granulométrico de agregado fino**

Este método estándar de ensayo es para determinar el material más fino. El análisis de granulometría de agregado fino se realiza mediante la norma NPT 400.012-2001 y el método de ensayo es de cuerdo a la norma ASTM C136. En el ensayo procedió a seleccionar la malla de tamizaje de acuerdo a la norma de forma vertical. El proceso se realizó mediante la adición de agregado fino en la malla superior y se anotó los pesos en la balanza de cada malla retenida. Los resultados de los ensayos se muestran en tabla 8.

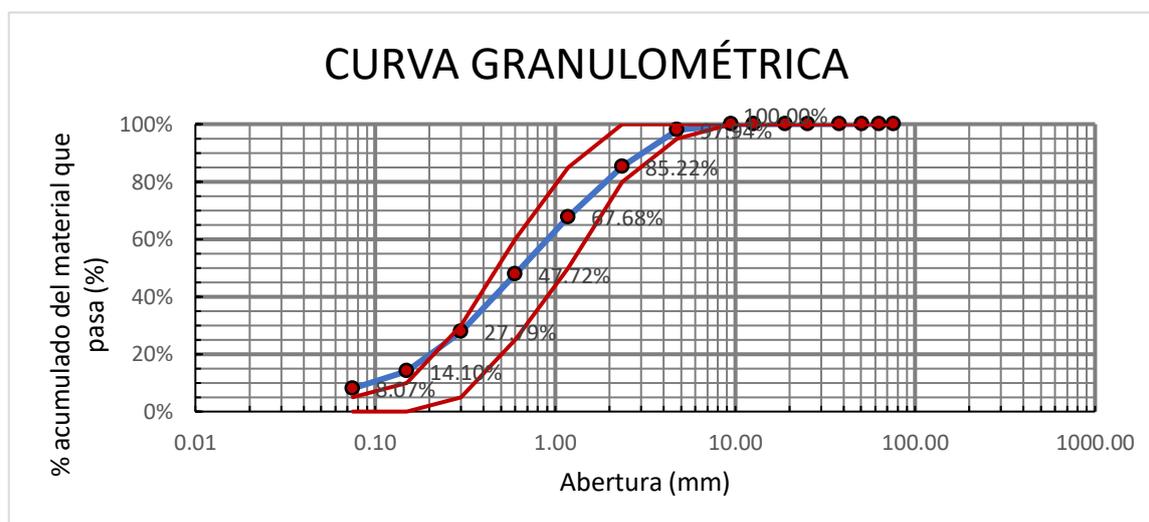
**Tabla 7. Resultado de ensayos de granulometría del agregado fino.**

GRANULOMETRIA							
% MALLA		Peso retenido gramos	%	%	%	Especificaciones (HUSO)	
Nro.	mm		Retenido	Retenido acumulado	Pasante acumulado		
		(b)	(c)=(b)/(a)*100	(d)=SUMA (c)	100 - (d)	ASTM C 33	
1/2"	12,700						
3/8"	9,500				100,0%	100%	100%
# 4	4,750	16,9	2,1%	2,1%	97,9%	95%	100%
# 8	2,360	104,4	12,7%	14,8%	85,2%	80%	100%
# 16	1,180	144,0	17,5%	32,3%	67,7%	50%	85%
# 30	0,600	163,8	20,0%	52,3%	47,7%	25%	60%
# 50	0,300	163,6	19,9%	72,2%	27,8%	5%	30%
# 100	0,150	112,4	13,7%	85,9%	14,1%	0%	10%
# 200	0,075	49,5	6,0%	91,9%	8,1%	0%	5%
fondo		66,2	8,1%	100%	0.0%		
total	(a)	820.8		Modulo fineza	2.60		

Fuente: Elaboración propia.

Como se ve en la tabla el agregado fino no cumple la gradación en los tamices 100 y 200 pero no descarta el uso del material ya que el módulo de finura está dentro del rango 2.3 a 3.1 señalado en la norma ASTM C33. El cálculo de la fineza se realiza mediante la sumatoria de porcentajes retenidos dividido en 100. Como se muestra en la tabla 7.

**Gráfico 1. Curva granulométrica agregado fino.**



Fuente: Elaboración propia.

En este grafico nos grafica que el material cumple con los parámetros del límite superior e inferior. Como resultado, el agregado de la cantera Santa Clara cumple con la norma de granulometría. Como se muestra en la figura 10.

#### 4.1.2 Peso unitario suelto y el peso unitario compactado

Este método es para determinar peso unitario y vacío en agregados de acuerdo a la norma NTP 400.017-1999 y el método de ensayo usado ASTM C 29. En este método se define la densidad o peso unitario a la masa total o bruta (bulk) entre el volumen de las partículas individuales y volúmenes vacíos entre partículas. Los resultados obtenidos ver la tabla 8 y tabla 9.

**Tabla 8.** *Peso unitario suelto agregado fino*

<b>Muestra</b>		M:1	M:2
a) Peso de la muestra suelta + el recipiente	g.	14264	14265
b) Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0
c) Peso del agregado	g.	10769	10770
d) Constante o volumen	m <sup>3</sup>	6986,3	6986,3
e) Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1,54	1,54
f) Peso unitario suelto seco (promedio)	kg/m <sup>3</sup>	1,52	

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el peso unitario suelto, mediante llenado de agregado fino seco en el recipiente muy suavemente al finalizar se nivela el recipiente con una regla. Este análisis es muy importante para el transporte, almacenamiento y el manejo de agregado. El resultado fue de 1.52 kg/m<sup>3</sup>. Ver tabla 8.

**Tabla 9.** *Peso unitario compactado agregado fino.*

<b>Muestra</b>		M:1 M:2	
a) Peso de la muestra compactada + recipiente	g.	15523	15520
b) Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0
c) Peso del agregado	g.	12028	12025
d) Constante o volumen	m <sup>3</sup>	6986,3	6986,3
e) Peso unitario compactado húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1,72	1,72
f) Peso unitario compactado seco (promedio)	kg/m <sup>3</sup>	1,70	

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el promedio de peso unitario compactado, este procedimiento sea realizado por el método de percusión, el recipiente se llenó en tres partes dejando caer 50 veces y 25 cada extremo hasta llegar a su límite de compactación del agregado y el agregado sobrante se eliminó con regla y se determina el peso en la balanza, es el peso del recipiente más su contenido. Resultado de peso unitario compactado es 1.70kg/m<sup>3</sup> como se muestra en la tabla 9.

#### 4.1.3 Contenido de humedad de agregado fino

Para este análisis se procedió de acuerdo a las normas NTP 339.185-2002 el método de ensayo se usó ASTM C 566. Al agregado fino se realiza el contenido de humedad total y posteriormente se le lleva al horno a una temperatura determinada por 24 horas y luego pasado el tiempo se pesa en la balanza para luego realizar los cálculos del contenido de humedad. Ver la tabla 10.

**Tabla 10.** *El contenido de humedad*

Muestreo		M:1	M:2
a) Peso de la muestra húmeda.	g.	550,4	550,4
b) Peso de muestra seca	g.	543,2	543,2
c) Peso del recipiente	g.	0,0	0,0
d) Contenido de humedad	%	1,33	1,33
e) Contenido de humedad (promedio)	%	1,33	

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de contenido de humedad se ve en la tabla 11. Y los resultados nos sirven para realizar las correcciones de la humedad en el diseño de mezcla de acuerdo a la norma ASTM C566. El resultado contenido de humedad promedio es de 1.33% de humedad luego ser hidratados los poros con agua durante 24 horas.

#### 4.1.4 peso específico y absorción de agregado fino

Este punto, se realizaron los análisis de peso específico y la absorción del agregado fino, mediante las normas NTP 400.022 – 2013. El método de ensayo se realizó con ASTM C128.

Una vez obtenido los valores de la masa se procedió a calcular la densidad, densidad relativa y la absorción. La obtención del valor saturado superficialmente seco en las cuales se da el valor de absorción obtenido, se determina la densidad total. Ver la tabla 11.

**Tabla 11. Peso específico y absorción de agregados**

I. Datos.			A	B	
a) Peso muestra saturada con superficie seca	g	g	501,4	51,2	
b) Peso del agua + fiola	g.	g	650,4	650,5	
c) Peso del agua + fiola + muestra.	g.	g	971,3	971,5	
d) Peso de la muestra seca al horno, 105°C.	g.	g	496,1	496	
e) Peso de la muestra saturada dentro del agua	g.	g	321	321	
II. Resultados			A	B	Promedio
a) Peso específico de la masa	g/c m3		2,748	2,754	2,751
b) El Peso específico de masa saturada superficialmente seco	g/c m3		2,778	2,781	2,779
c) El Peso específico aparente	g/c m3		2,831	2,832	2,832
d) El Porcentaje de absorción	%		1,07	1,01	1,04

Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de análisis nos permite conocer la densidad del agregado que vamos a utilizar en el diseño de la mezcla. El proceso de análisis de la muestra del agregado, se retiró por un lapso de 24 horas +- 4 horas llenar los poros de agua. Luego se retiró el agua del agregado y de ahí el agregado es secado superficialmente y después se determinó el peso de la masa. Finalmente, la muestra es secada en el horno y se determina el peso seco. Como resultados obtenidos en la tabla 12.

## 4.2 Propiedades agregado grueso

### 4.2.1 Análisis granulométrico de agregado grueso

El método de ensayo estándar, es determinar el material del agregado grueso. El análisis de granulometría de agregado fino se realiza mediante la norma NPT 400.012-2001 y el método de ensayo es de acuerdo a la norma ASTM C136. En el ensayo procedió a seleccionar la malla de tamizaje de acuerdo a la norma de forma vertical. El proceso se realizó mediante la adición de agregado grueso en la malla superior y se anotó los pesos en la balanza de cada malla retenida. Ver la tabla 12.

**Tabla 12. Resultados de ensayo del agregado grueso.**

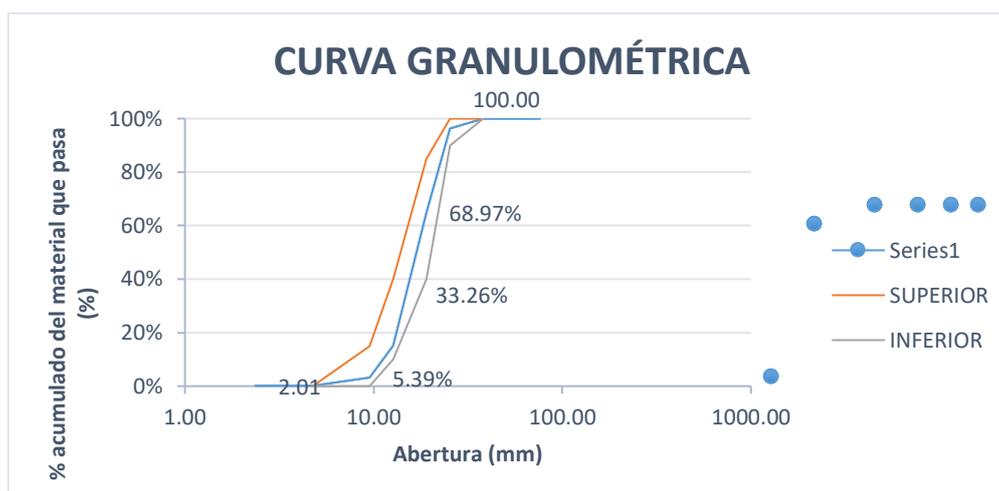
GRANULOMETRIA							
MALLA		Peso retenido gramos (b)	% Retenido (C)=(b)/(a)*100	% Retenido acumulado (d)=SUMA (C).	% pasante acumulado 100 – (d)	Especificaciones (HUSO)	
Nro.	mm					ASTM C 33	HUSO 56
¾"	19,050		0,0%	0,0%	100,00%	100,00%	100,00%
½"	12,700	1544.0	31.0%	31.0%	69.0%	90,00%	100,00%
3/8"	9,500	1777.0	35.7%	66.7%	33.3%	20,00%	55,00%
#4"	4,750	1387.0	27.9%	94.6%	5.4%	0,00%	10,00%
#8"	2,360	168.0	3.4%	98.0%	2.0%	0,00%	5,00%
FONDO		100.0	0,2%	100,0%	0,0%		
TOTAL		4976		MODULO FINEZA	6.51		

Fuente: Elaboración propia.

El análisis granulométrico del agregado grueso, sea realizado los ensayos mediante la colocación del agregado grueso en el tamiz superior con abertura de mayor a menor y luego se agita los tamices hasta la retención de cada tamiz y por último se pesa cada tamiz. Es la determinación del tamaño máximo nominal de agregado grueso. ver tabla 12.

El agregado debe cumplir con las normas de acuerdo a los límites superior e inferior. Ver la grafico 2 y la tabla 12.

**Gráfico 2:** Curva de granulometría % acumulado del material que pasa vs abertura pasante acumulada.



Fuente: Elaboración propia.

Se demuestra la curva granulométrica de la cantera “Santa Clara” que cumple con la normativa de NTP 400.037 y además es el Huso 56 tal como se observa en la tabla 13. Como resultado nos indica que es apto para realizar el concreto y realizar los ensayos de especímenes.

**Tabla 13.** Límites permisibles del agregado

NTP 400.037 - HUSO 56					
Tamiz		límite inferior	pasante acumulado	Limite Superior	Condición
Pulg.	mm.	%	%	%	
3/4"	19,050	100	100	100	cumple
1/2"	12,700	90	68.97	100	cumple
3/8"	9,500	40	33.26	85	cumple
# 4"	4,750	10	5.39	0	cumple
# 8"	2,360	0	2.01	15	cumple

Fuente: NTP 400.037

El agregado es retenida en el tamiz 4.75 mm (# 4) proveniente de la segregación natural o artificial de las rocas de las canteras de “santa Clara” y cumplen la norma NTP 400.037 a la vez deben cumplir la resistencia al concreto. Si en el caso fueran mal seleccionados o redondeas los agregados gruesos estos defectos dejan vacíos en el concreto, es por eso que debe cumplir con la norma NTP 400.037.

#### 4.2.2 Peso unitario suelto y el peso unitario compactado

El análisis es determinar peso unitario, de acuerdo a la norma NTP 400.022 y método de ensayo se determina según la norma ASTM C 29. Estas normas nos dan la confiabilidad de los ensayos y la obtención de los resultados. ver la tabla 14 y tabla 15

**Tabla 14.** *Peso unitario suelto*

Muestra		M:1	M:2
a) Peso de la muestra suelta + recipiente	g.	14264	1462
b) Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0
c) Peso del agregado	g.	10769	10767
d) Constante o volumen	m <sup>3</sup>	6986,3	6986,3
e) Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1,54	1,54
f) Peso unitario suelto seco (promedio)	kg/m <sup>3</sup>	1,54	

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el peso unitario suelto, mediante el llenado de agregado grueso seco en el recipiente muy suavemente al finalizar se nivela el recipiente con una regla. Este análisis es muy importante para el transporte, almacenamiento y el manejo de agregado. El resultado fue de 1.54 kg/m<sup>3</sup>. Ver la tabla 14.

**Tabla 15.** *Peso unitario compactada.*

Muestra		M:1	M:2
a) Peso de la muestra compactada + recipiente	g.	15070	15065
b) Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0
c) Peso del agregado	g.	11575	11570
d) Constante o volumen	m <sup>3</sup>	6986,3	6986,3
e) Peso unitario compactado húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1,66	1,66
f) Peso unitario compactado seco (promedio)	kg/m <sup>3</sup>	1,65	

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el promedio de peso unitario compactado, este procedimiento sea realizado mediante la compactación de las partículas. A la hora de compactar las partículas aumentaron el grado de acomodamiento entre las partículas de agregado

grueso es así que obtiene el valor de la masa unitaria. El resultado de peso unitario compactado promedio es 1.65kg/m<sup>3</sup> como se muestra en la tabla 15.

#### 4.2.3 Contenido de humedad de agregado grueso

Para este ensayo de análisis se realizó de acuerdo a las normas NTP 339.185 el método de ensayo se usó ASTM C 566. Al agregado grueso se realiza el contenido de la humedad total, tal como está. Y posteriormente se le lleva al horno a una temperatura determinada por 24 horas. Luego pasado el tiempo se pesa en la balanza y se realiza los cálculos del contenido de humedad. Ver tabla 16.

**Tabla 16.** *Contenido de humedad*

Muestras		M:1	M:2
a) Peso de la muestra húmeda.	g.	2092,0	2092,0
b) Peso de muestra seca	g.	2086,0	2086,0
c) Peso del recipiente	g.	0,0	0,0
d) Contenido de humedad	%	0,29	0,29
e) Contenido de humedad (promedio)	%	0,29	

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del contenido de humedad, los resultados nos sirven para realizar las correcciones de la humedad en el diseño de mezcla según la norma ASTM C566. El resultado contenido de humedad promedio es de 0.29% de humedad luego ser hidratados los poros con agua durante 24 horas.

#### 4.2.4 peso específico y absorción de agregado fino

En punto, se realizó el análisis de peso específico y la absorción del agregado fino, mediante las normas NTP 400.022 - 2013 y el método de ensayo se realizó con ASTM C127.

En este ensayo se realizó el peso de la muestra seca y la muestra saturada. Luego se sumerge la fiola al agua, hasta cumplir el límite de agua, una vez cumplido el tiempo, se realiza el baño de maría, con la finalidad de descartar vacíos en la muestra, en ese lapso se lleva al horno para el proceso y se deja enfriar a temperaturas del ambiente. Ver la tabla 17.

**Tabla 17. Peso específico y absorción de agregados.**

I. Datos.		A	B
a) Peso de la muestra saturado, superficie seca	g.	3005,0	3005,0
b) El peso de canastilla dentro del agua	g.	863,0	863,0
c) El peso de la muestra saturada dentro del agua + el peso de la canastilla.	g.	2774,0	2775,0
d) Peso de la muestra seca al horno, 105°C.	g.	2980	2981
e) Peso de la muestra saturada dentro del agua	g.	1911	1912

II. Resultados		A	B	Promedio
a) Peso específico de la masa		2,724	2,727	2,726
b) Peso específico de la masa saturada superficialmente seco		2,747	2,749	2,748
c) Peso específico aparente		2,788	2,789	2,788
d) Porcentaje de absorción		0.84	0.81	0.82

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo de absorción nos sirve para calcular el agua efectiva de diseño del concreto ya que con el porcentaje de absorción veremos si le aporta o disminuye la cantidad de agua para el diseño de acuerdo a la norma ASTM C127.

#### 4.3 Diseño de Mezcla método ACI 211.

Este método de ACI 211, se ha desarrollado mediante la obtención de datos de los ensayos de la granulometría. Las cuales, la obtención de los valores de los agregados las cuales integran a la unidad cubica del hormigón. De acuerdo a las normas establecidas se procede en el laboratorio al diseño de mezcla. Las cuales se diseñaron concreto patrón, las modificadas con porcentajes de 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno. Las características del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> son:

Características del concreto:

- Resistencia del concreto kg/cm<sup>2</sup>.                      210 kg/ cm<sup>2</sup>.
- Temperatura del concreto                                      21.5° C
- temperatura del ambiente                                      20.2° C
- Slump(pulg.)    4 3/4"

Peso unitario del concreto fresco:

- Peso de molde + muestra 19978kg
- Peso Unitario 2359 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.3.1 Propiedades químicas y físicas del cemento sol tipo I

Se muestran las propiedades del cemento sol tipo I, la cual se realizó en el diseño de mezcla para la fabricación de 90 especímenes. Ver la tabla 19.

**Tabla 18.** *Propiedades químicas y físicas del cemento*

<b>Parámetros</b>	<b>unidad</b>	<b>cemento tipo sol I</b>	<b>Requisitos 334.009/ASTM C150</b>
Contenido de aire	%	6.62	máximo 12
expiación auto clave	%	0.08	máximo 0.80
superficie especifica	cm <sup>2</sup> /g	3361	máximo 2600
densidad	g/ml	3.12	no especifica
<b>Resistencia a la compresión</b>			
Resistencia a la compresión a los 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a los 7 días	kg/cm <sup>3</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a los 28 días	kg/cm <sup>4</sup>	427	no especifica
<b>tiempo de fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.08	máximo 3.5
Perdida al fuego	%	2.25	máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C2S	%	13.15	no especifica
C3S	%	53.6	no especifica
C3A	%	9.66	no especifica
C4AF	%	9.34	no especifica

Fuente: UNACEM S.A. C.

#### 4.3.2 Diseño de concreto patrón

Se realiza el diseño de concreto patrón, se realiza mediante el método ACI 211 para la resistencia del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, los materiales de granulometría se

usó de la cantera Santa Clara, cemento sol tipo I y el peso específico de 3.12gr/cm<sup>2</sup>.

El diseño se procede por etapas:

**Etapla 1.** Características de los agregados.

**Tabla 19.** Agregado y sus características

Descripción	A. Fino	A. grueso
Peso unitario suelto seco	1520 kg/m <sup>3</sup>	1540 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1700 kg/m <sup>3</sup>	1650 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa seco	2751 kg/m <sup>3</sup>	2726 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	1.33 %	0.29 %
Contenido de absorción	1.04 %	0.82 %
Módulo de fineza	2.60	-
Tamaño nominal	-	3/4"

Fuente: Elaboración propia.

**Etapla 2.** Calculo  $f'_{cr}$  Determinación de la resistencia del concreto patrón  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,

**Tabla 20.** Resistencia de concreto (promedio)

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Resultado:

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

**Etapla 3.** Determinar el asentamiento.

**Tabla 21.** Asentamientos recomendados

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	4" a 5"
Fluida	> 6"

Fuente: ACI 211

Resultado:

Consistencia Plástica y asentamiento 4"

**Etapa 4.** Relación agua cemento (por resistencia  $f'_{cr}$ )

**Tabla 22.** Relación agua cemento

$f'_{c}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: ACI 211.

Datos: cemento

- Sol tipo I
- $f'_{c} = 210\text{kg/cm}^2$
- $P_e = 3.15\text{ gr/cm}^2$
- Slump = 4"
- $P_e\text{ agua} = 1000\text{kg/m}^3$

Relación de agua cemento (por resistencia  $f'_{cr}$ ) Como resultado salió  $f'_{cr} = 294\text{ kg/cm}^2$ , la cual interpolaremos la tabla 23.

$f'_{c}$	$a/c$	
300 -----	0.55	interpolando
294 -----	X	X = 0.56 igual R a/c
250 -----	0.62	

**Etapa 5.** Contenido de agua

**Tabla 23.** Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en lt/m <sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicada							
	1= 25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
contenido sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
contenido con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: ACI 211.

Se toma los valores de la tabla 23.

$$4" = 205 \text{ lt/m}^2$$

Se determina el cemento:

$$R \text{ a/c} = a/c$$

$$C = 205 / 0.56$$

$$C = 366 \text{ kg/cm}^3 \quad \text{factor C.} = 366/42.5 = 8.612 \text{ bolsas.}$$

**Etapa 6.** Cálculo del aire atrapado.

**Tabla 24.** Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
1/4"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2%
1"	1.5%
1 1/2"	1%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: ACI 211

Respuesta: Se registró en el tamizado la retención en la malla de 3/4" de acuerdo a la tabla 25 le corresponde el aire atrapado 2%.

Aire atrapado 2%
------------------

**Etapa 7.** Se determina la cantidad del agregado grueso.

**Tabla 25.** *Volumen de agregado grueso y concreto.*

Asentamiento	Volumen de ag. Grueso, seco y compactado por unidad de vol. de concreto, para diferentes módulos de fineza de ag. fino			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

Los valores obtenidos en módulo de fineza ( $M_f = 2.60$ ) y el tamizado de agregado grueso  $3/4"$  entonces de la tabla 26 tendremos:

2.80 ----- 0.62	
2.60 ----- X	Interpolando X = 0.64 (exacto) volumen de agregado grueso
2.40 ----- 0.64	

**Peso agregado grueso** =  $0.64 \text{ m}^3 \times 1650 \text{ kg/m}^3 = 1056 \text{ kg}$ .

**Etapa 8.** Cálculo del volumen absoluto del hormigón, hallar agregado fino y por último los materiales por  $\text{m}^3$ .

Formula:

**Volumen absoluto = peso específico/P.E x 1000**

Datos:

- Cemento =  $366 / 3.12 \times 1000 = 0.117 \text{ m}^3$
- Ag. Grueso =  $1056 \text{ kg} / 2726 \text{ kg/m}^3 = 0.387 \text{ m}^3$
- Agua =  $205 / 1000 = 0.205 \text{ m}^3$
- Aire =  $2 / 100 = \underline{0.02 \text{ m}^3}$

**Total = 0.729 m<sup>3</sup>**

### **Etapa 9. Calcular el peso del agregado fino.**

- Volumen absoluto agregado fino =  $1 - 0.729 = 0.271 \text{ m}^3$

**Peso a. fino** =  $0.271 \text{ m}^3 \times \text{peso seco } 2751 \text{ kg/m}^3 = 745.521 \text{ kg}$

### **Etapa 10. Corrección por humedad.**

Peso  $((\% \text{ humedad}/100) + 1)$

- Ag. fino =  $745.5 ((1.33 / 100) + 1) = 755.4 \text{ kg/m}^3$

- Ag. Grueso =  $1056 ((0.29 / 100) + 1) = 1059.1 \text{ kg/m}^3$

### **Etapa 11. La corrección por absorción.**

Peso  $(\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}/100)$

- Ag. fino =  $745.5(1.04 - 1.33 / 100) = -2.16$

- Ag. grueso =  $1056 (0.84 - 0.29 / 100) = \underline{5.81}$

Suma total = 3.65 agua libre

### **Etapa 12. El agua efectiva (agua de diseño + agua libre)**

- Agua de diseño = 205

- Agua libre = 3.65

Agua efectiva  $208.65 \text{ lt/m}^3$

### **Etapa 13. El diseño teórico húmedo.**

$R \text{ a/c} = a/c$

$0.56 = 208.65 / C$

$C = 372.58 / \text{m}^3$

### **Etapa 14. Proporciones en peso**

- Cemento =  $366/372.58 = 0.98$

- Ag. fino =  $745.5/372.58 = 2.0$

- Ag. grueso =  $1056/372.58 = 2.83$

- Agua =  $208.65 / 372.58 = 0.56$  con R/C 0.56

### **Etapa 15. Proporción para hormigón patrón**

**Tabla 26. Concreto patrón**

<b>Concreto patrón</b>	
<b>Materiales</b>	<b>Peso kg/m3</b>
cemento	366.0
agua	212.7
agregado fino	745.5
agregado grueso	1056.0
<b>Peso de la mezcla</b>	<b>2380.2</b>

Fuente: Elaboración propia

Resultados finales de diseño de mezcla (húmedo), Tandas de ensayo y relación se muestra en la tabla 28, 29 y 30.

**Tabla 27. Resultados de diseño ( tandas).**

<b>Resultado final de diseño(húmedo)</b>	<b>Tandas de ensayo en:</b>		<b>Relación</b>		
	<b>0.0500 m3</b>	<b>1.0000 m3</b>			
Cemento	362	18.100 kg	362,01 kg	f/cemento	8.5
Kg/m3		10.258 lt	205.16 lt	bolsas	
Agua	205	39.430 kg	788.59 kg	R a/c	0.558
lt/m3		51.298 kg	1025.97 kg	diseño	
Agregado fino	789			R a/c	0.567
Kg/m3				obra	
Agregado				Agregado fino	43 %
grueso1026 Kg/m3				Agregado grueso	57 %
Total	2381	119. 067 kg	2381.73 kg		
	kg/m3				

I. Dosificación (material con humedad natural)

Se muestra tipos de dosificación en peso de 1 bolsa de cemento y en volumen de 1 bolsa de pie<sup>3</sup>, como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 28.** Tipo de dosificación en peso y volumen.

tipo	cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
En peso (1 bol. de cemento)	1.00	2.18	2.83	24.1
En volumen (1 bol. De pie <sup>3</sup> )	1.00	2.15	2.76	24.1

**Tabla 29.** Diseño de mezcla del concreto patrón y con adición de porcentajes de grafeno a la unidad cubica. Tandas en ensayo de 0.050 m<sup>3</sup> de mezcla.

Diseño de mezcla	Material	Und	Cantidad
Mezcla patrón	Cemento sol tipo I	kg	18.100
	Agua potable	lt	10.258
	Ag. Grueso	kg	51.298
	Ag. Fino	kg	39.430
Grafeno(20µm) 0.09%	Cemento sol tipo I	kg	18.100
	Agua potable	lt	10.258
	Ag. Grueso	kg	51.298
	Ag. Fino	kg	39.430
	Grafeno 0.09%	kg	0.0136
Grafeno(20µm) 0.13%	Cemento sol tipo I	kg	18.100
	Agua potable	lt	10.258
	Agregado Grueso	kg	51.298
	Agregado Fino	kg	39.430
	Grafeno 0.13%	kg	0.0196
Grafeno(20µm) 0.15%	Cemento sol tipo I	kg	18.100
	Agua potable	lt	10.258
	Agregado Grueso	kg	51.298
	Agregado Fino	kg	39.430
	Grafeno 0.15%	kg	0.0226
Grafeno(20µm) 0.19%	Cemento sol tipo I	kg	18.100
	Agua potable	lt	10.258
	Agregado Grueso	kg	51.298
	Agregado Fino	kg	39.430
	Grafeno 0.19%	kg	0.0287

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, Se realiza el cálculo de diseño de mezcla patrón y dosificación de la adición de porcentajes del grafeno de 0.09%, 0.13%, .015%, y 0.19%.

#### 4.8 Análisis de Slump del concreto con adición del grafeno

En este análisis se realiza el asentamiento y la medida de la consistencia de hormigón, se mide la fluidez de la mezcla e indicando que tan fluido o seco se encuentra el concreto. En la tabla 31. Se observa que el slump del hormigón patrón tiene una consistencia bajo en comparación con el hormigón con grafeno. La consistencia se encuentra fluida.

**Tabla 30.** Comparativo de asentamiento slump patrón y con grafeno.

N° de testigo	Concreto	Fecha de modelo	SLUMP (pulgada)
1	NATURAL	05/10/21	4.1
2	grafeno (20µm) = 0.09%	05/10/21	4.5
3	grafeno (20µm) = 0.13%	05/10/21	4.6
4	grafeno (20µm) = 0.15%	05/10/21	5.1
5	grafeno (20µm) = 0.19%	05/10/21	5.2

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** Se compara el concreto patrón y la adición del grafeno en el concreto, observamos que la consistencia de slump aumenta tal como se muestra en la tabla. Cuando más grafeno se aumenta mejora la consistencia del concreto.

Se realiza una muestra de ensayo como se muestra en la figura 10, este ensayo es para realizar como se encuentra el diseño de mezcla, en donde se va medir es el slump del hormigón fresco.



*Figura 10.* Elaboración de ensayo de slump

Fuente: elaboración propia

### Ensayo de peso unitarios del concreto fresco (NTP339.046)

El ensayo que se realizo es para calcula la densidad de la masa total o bruta (bulk density) este ensayo es muy útil porque se ve la uniformidad del concreto y además sirve la comprobar el rendimiento de la mezcla en donde se compara el peso unitario del diseño y con el real de la obra.

Cálculo de peso unitario:

- volumen de molde = 00935m<sup>3</sup>
  - masa de concreto y el molde = 27.23 kg
  - masa de molde = 4.771 kg
- $$27.23 - 4.771 = 22.459 \text{ kg}$$

Formula:

$$\text{PU} = \frac{\text{masa de concreto}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{PU} = \frac{22.469 \text{ kg}}{.00935\text{m}^3} = 2402.03 \text{ kg/m}^3$$

NTP: norma técnica peruana 339.046 límites del peso unitario de la mezcla de hormigón en estado fresco debe tener de 2240- 2460kg/m<sup>3</sup> como límite inferior y superior.

Resultado de la mezcla fresca es de 2402.03 kg/m<sup>3</sup> está dentro de la norma. Es decir, cumple con los requerimientos de dicha norma.

Se realiza el ensayo para ver la densidad de diseño del concreto fresco como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Ensayo de la densidad del concreto  
Fuente: elaboración propia

#### 4.9 Análisis de la resistencia a compresión del concreto ASTM C39

De acuerdo a la norma ASTM C39, se ha realizado los ensayos de la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido de especímenes de hormigón patrón y porcentajes de grafeno de 0.09%, 0.13%, 0.15%, y 0.19%, se realizaron ensayos un total de 45 especímenes de 7, 14 y 28 días.

##### 4.9.1 Análisis de resistencia a compresión de los especímenes a los 7 días de edad.

Los ensayos de especímenes se realizaron en el laboratorio y los resultados obtenidos según la norma **ASTM C39**. Los resultados en la tabla 32 y figura 14.

**Tabla 31.** Ensayo de especímenes a los 7 días de curado.

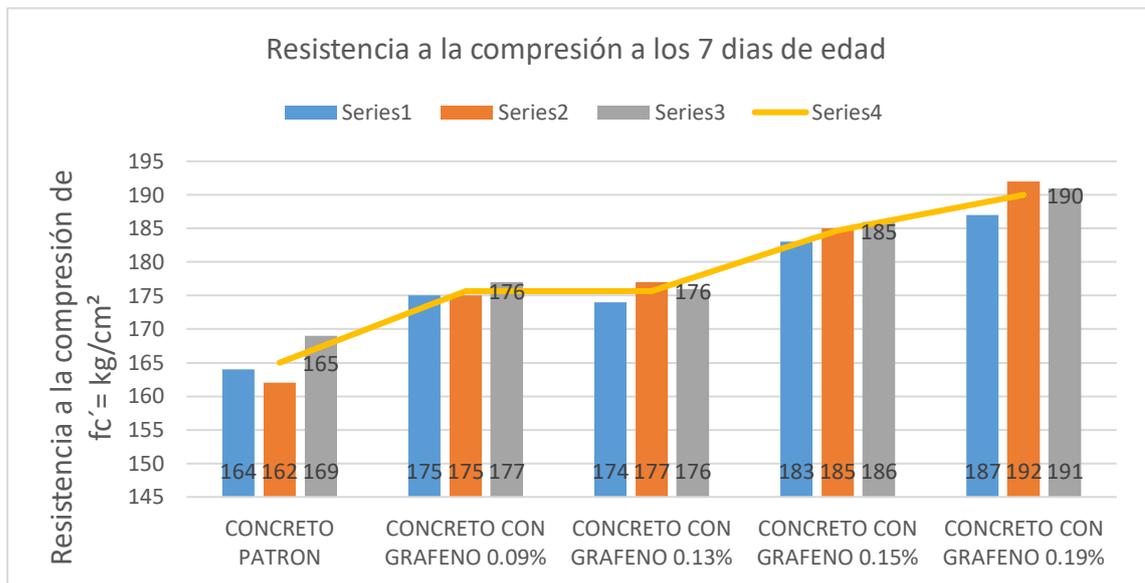
Muestra	Patrón y %	Diámetro media(cm)	Área Media (cm <sup>2</sup> )	Fuerza Máxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Prom.
1	patrón	15.1	179.6	29,407	7 días	164	165
2	patrón	15.1	179.1	28,942	7 días	162	
3	patrón	15.0	176.7	29,802	7 días	169	
1	0.09%	15.0	176.7	30,935	7 días	175	176
2	0.09%	15.0	176.7	30,876	7 días	175	
3	0.09%	15.0	176.7	31,244	7 días	177	
1	0.13%	15.1	179.1	31206	7 días	174	176
2	0.13%	15.0	176.7	31208	7 días	177	
3	0.13%	15.1	179.1	31556	7 días	176	
1	0.15%	15.1	179.6	32865	7 días	183	185
2	0.15%	15.0	176.7	32656	7 días	185	
3	0.15%	15.0	176.7	32823	7 días	186	
1	0.19%	15.0	179.6	33502	7 días	187	190
2	0.19%	15.1	176.7	33980	7 días	192	
3	0.19%	15.0	176.7	33780	7 días	191	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo a la resistencia a la compresión de especímenes de hormigón patrón llega a  $f'c=165$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con la adición de grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=176$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% incrementa la  $f'c=176$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15% incrementa la  $f'c=185$  kg/cm<sup>2</sup> y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=190$

kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 7% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 13% de resistencia a la compresión.

**Grafico 3.** Resumen de resistencia a compresión a 7 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se muestra la grafica 3, el ensayo de resistencia a compresión de especímenes concreto patrón de  $f'c=165$  kg/cm<sup>2</sup>, se incrementó un porcentaje 7% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c=190$  kg/cm<sup>2</sup> un porcentaje de 13% de resistencia a compresión.

#### 4.9.2 Análisis de resistencia a compresión de los especímenes a 14 días.

Los ensayos de especímenes que se realizaron en laboratorio con resultados óptimos según la norma **ASTM C39**. Los resultados en la tabla 33 y la figura 15.

**Tabla 32.** Análisis de ensayo de especímenes a los 14 días de edad.

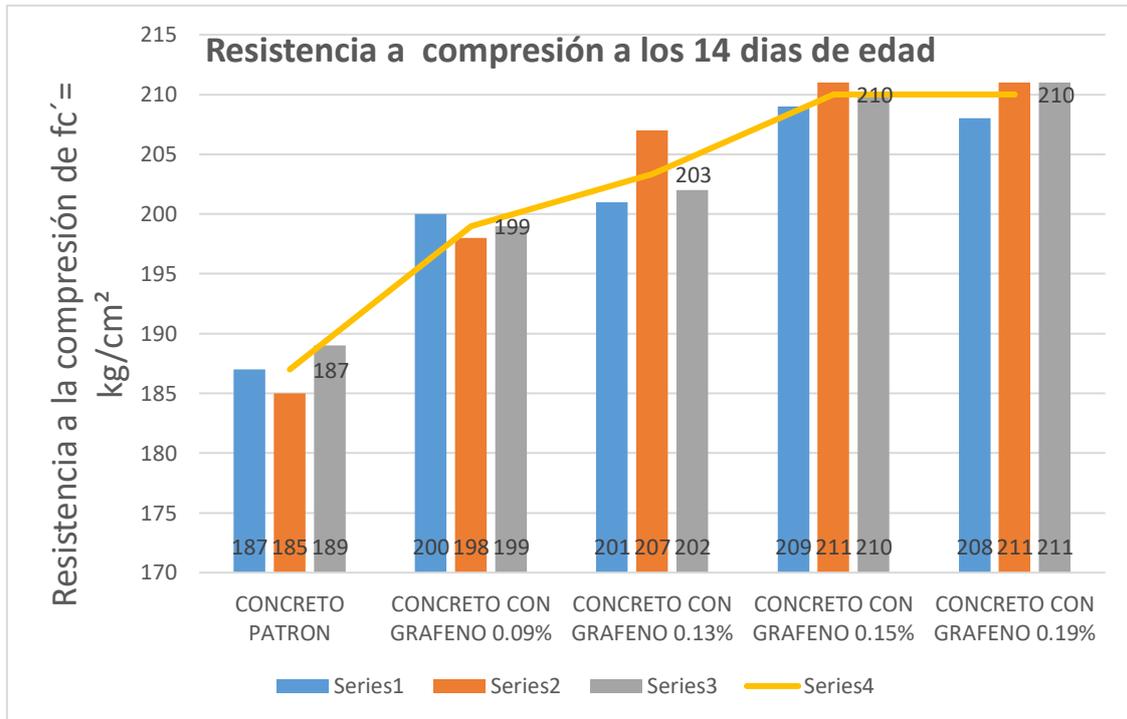
Muestra	Patrón y % Grafeno	Diametro media(cm)	Area Mediana (cm <sup>2</sup> )	Fuerza Maxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Promedio
1	patrón	15.1	179.6	33578	14 días	187	
2	patrón	15.1	179.1	33113	14 días	185	187
3	patrón	15.0	176.7	33374	14 días	189	
1	0.09%	15.0	176.7	35405	14 días	200	
2	0.09%	15.0	176.7	34940	14 días	198	199
3	0.09%	15.0	176.7	35101	14 días	199	
1	0.13%	15.1	179.1	36015	14 días	201	
2	0.13%	15.0	176.7	36522	14 días	207	202
3	0.13%	15.0	176.7	35101	14 días	199	
1	0.15%	15.0	179.6	36968	14 días	206	
2	0.15%	15.1	176.7	36688	14 días	208	207
3	0.15%	15.0	176.7	36555	14 días	207	
1	0.19%	15.0	179.6	37723	14 días	210	
2	0.19%	15.1	176.7	37353	14 días	211	211
3	0.19%	15.1	176.7	37201	14 días	211	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de resistencia a compresión del especímenes de hormigón patrón llega a  $f'c=187$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=199$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% incrementa la  $f'c=202$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15%

incrementa la  $f'c=207$  kg/cm<sup>2</sup> y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=211$  kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 6% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 12 % de resistencia a compresión.

**Gráfico 4.** Resumen de resistencia a la compresión a los 14 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** se muestra la gráfica 4, el ensayo de análisis de resistencia a la compresión de especímenes concreto patrón de  $f'c=187$  kg/cm<sup>2</sup>, se incrementó un porcentaje 6% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> un porcentaje de 12% de resistencia a la compresión.

#### 4.9.3 Análisis de resistencia a compresión de los especímenes a los 28 días de edad.

Los ensayos de especímenes que se realizaron en laboratorio con resultados óptimos de acuerdo a la norma ASTM C39. Se muestra los resultados en la tabla 33 y el gráfico 5.

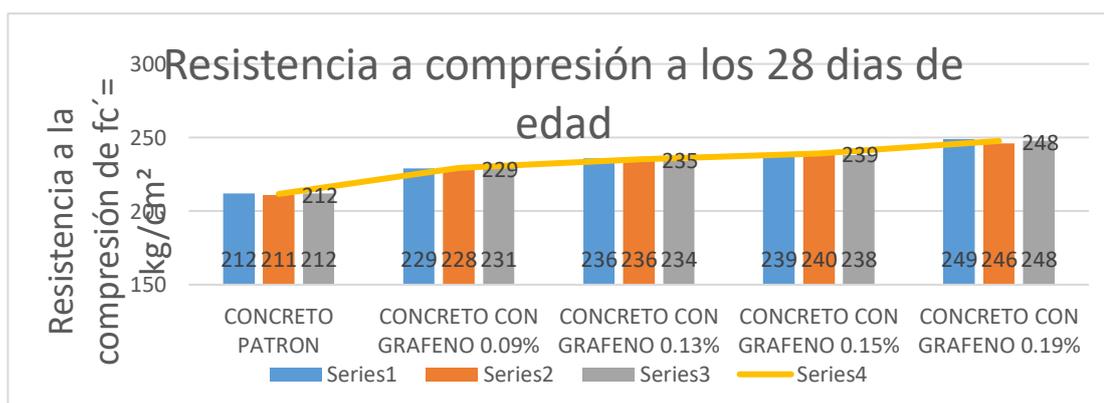
**Tabla 33.** Análisis de ensayo de especímenes a los 28 días de edad.

Muestra	Patrón y % Grafeno	Diametro media(cm)	Area Media (cm <sup>2</sup> )	Fuerza Maxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Promedio
1	patrón	15.0	176.7	37374	28 días	212	
2	patrón	15.0	176.7	37274	28 días	211	212
3	patrón	15.0	176.7	37545	28 días	212	
1	0.09%	15.0	176.7	40501	28 días	229	
2	0.09%	15.0	176.7	40345	28 días	228	229
3	0.09%	15.0	176.7	40824	28 días	231	
1	0.13%	15.0	176.7	41749	28 días	236	
2	0.13%	15.1	176.7	41701	28 días	236	235
3	0.13%	15.1	176.7	41415	28 días	234	
1	0.15%	15.0	176.7	42262	28 días	239	
2	0.15%	15.1	176.7	42416	28 días	240	239
3	0.15%	15.2	176.7	41985	28 días	238	
1	0.19%	15.0	176.7	43960	28 días	249	
2	0.19%	15.1	176.7	43510	28 días	246	248
3	0.19%	15.0	176.7	43860	28 días	248	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de resistencia a compresión de especímenes de hormigón patrón llega a  $f'c=212$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con la adición de grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=229$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% incrementa la  $f'c=235$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15% incrementa la  $f'c=239$  kg/cm<sup>2</sup> y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=248$  kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 8% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 17% de resistencia a compresión.

**Gráfico 5.** Resultado de la resistencia a compresión a los 28 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



**Interpretación:** se muestra la gráfica 5, el ensayo de resistencia a compresión de especímenes hormigón patrón de  $f'c=212 \text{ kg/cm}^2$ , se incrementó un porcentaje 8% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c = 248\text{kg/cm}^2$  un porcentaje de 17% de resistencia a compresión.

#### 4.10 Resultados de ensayos a la tracción ASTM C496

De acuerdo a la norma ASTM C496, se ha realizado los ensayos de la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido de especímenes de concreto patrón y porcentajes de grafeno de 0.09%, 0.13%, .015%, y 0.19%, se realizaron ensayos un total de 45 especímenes de 7, 14 y 28 días.

Cálculo de resistencia máxima a la tracción:

$$T = \frac{2P}{\pi l d}$$

Dónde:

- T = carga máx. rotura
- P = carga máx. aplicado
- l = longitud promedio
- d = diámetro promedio encontrado

Cálculo:

Se realiza el cálculo de espécimen de concreto patrón de 7 días de edad. Como se muestra el resultado en la tabla 24.

$$T = \frac{(2)13,750}{\pi (30)(15)}$$
$$T = 19.42 \text{ Mpa}$$

##### 4.10.1 Análisis de resistencia a tracción de los especímenes a los 7 días.

Los ensayos de especímenes que se realizaron en laboratorio con resultados óptimos según la norma ASTM C496. Los resultados en la tabla 35 y figura 17.

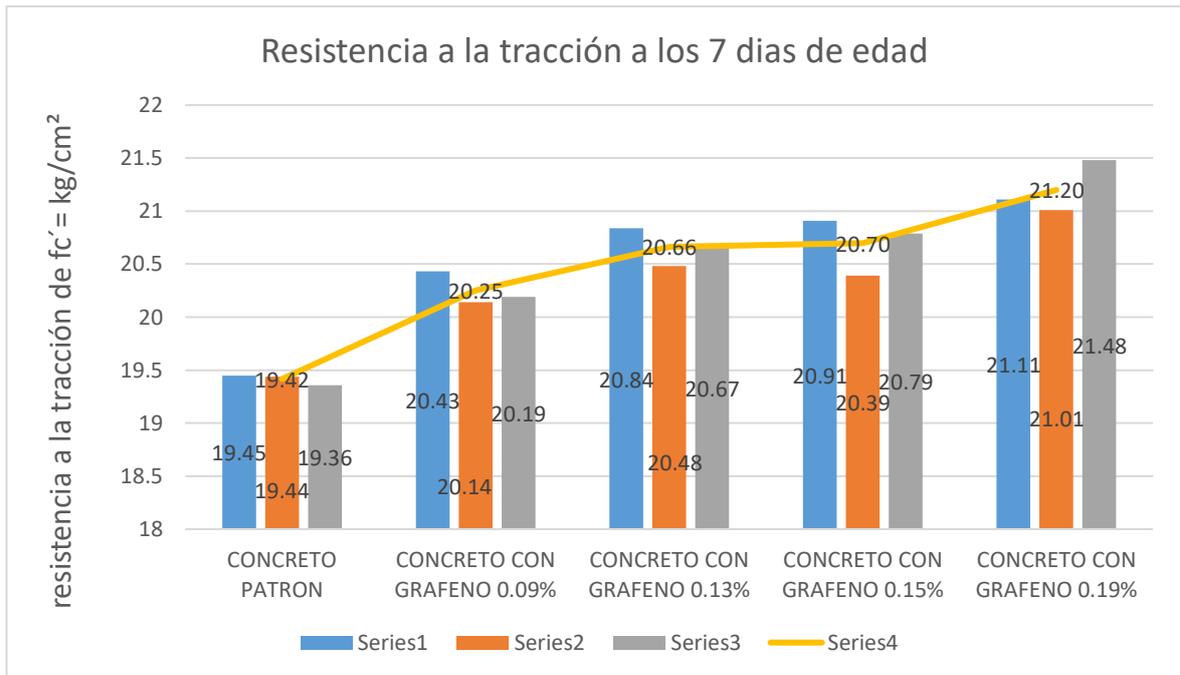
**Tabla 34.** Análisis de ensayo de especímenes a los 7 días de edad.

Muestra	Patrón y % Grafeno	Diametro media(cm)	longitud (cm)	Fuerza Maxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Promedio
1	patrón	15.0	30.0	13,750	7 días	19.45	
2	patrón	15.0	30.0	13,741	7 días	19.44	19.42
3	patrón	14.9	30.0	13,602	7 días	19.36	
1	0.09%	15.0	30.0	14,440	7 días	20.43	
2	0.09%	15.1	30.0	14,329	7 días	20.14	20.25
3	0.09%	15.0	30.0	14,275	7 días	20.19	
1	0.13%	15.1	30.2	14912	7 días	20.84	
2	0.13%	15.1	30.0	14575	7 días	20.48	20.66
3	0.13%	15.0	30.0	14610	7 días	20.67	
1	0.15%	15.0	30.0	14781	7 días	20.91	
2	0.15%	15.1	30.1	14555	7 días	20.39	20.70
3	0.15%	15.0	30.0	14699	7 días	20.79	
1	0.19%	15.0	30.0	14925	7 días	21.11	
2	0.19%	15.1	30.1	14997	7 días	21.01	21.20
3	0.19%	15.0	30.0	15180	7 días	21.48	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de resistencia a tracción de especímenes hormigón patrón llega a  $f'c=19.42$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con la adición de grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=20.25$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% se incrementa en  $f'c=20.66$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15% incrementa la  $f'c=20.70$ kg/cm<sup>2</sup> y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=21.20$  kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 4% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 9% de resistencia a tracción.

**Gráfico 6.** Resultado de la resistencia a tracción a los 7 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** se muestra la gráfica 6, el ensayo de resistencia a tracción de especímenes hormigón patrón de  $f'c=19.42$  kg/cm<sup>2</sup>, se incrementó un porcentaje 4% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c = 21.20$  kg/cm<sup>2</sup> un porcentaje de 9% de resistencia a la tracción.

#### 4.10.2 Análisis de resistencia a la tracción de los especímenes a los 14 días de edad.

Los ensayos de especímenes que se realizaron en laboratorio con resultados óptimos de acuerdo a la norma ASTM C496. Se muestra los resultados en la tabla

35

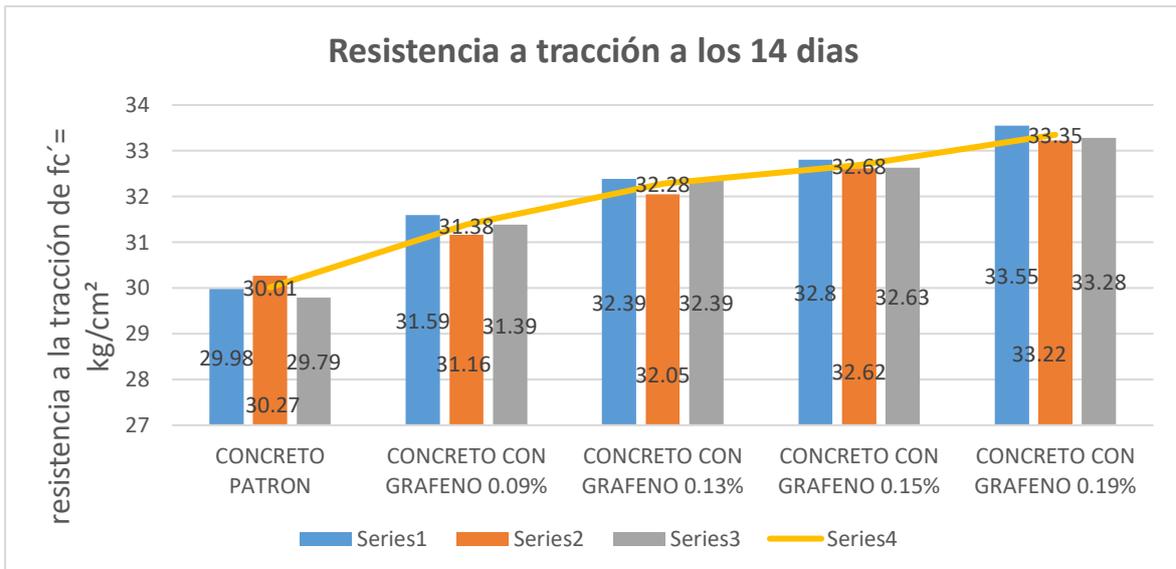
**Tabla 35.** Análisis de ensayo de especímenes a los 14 días de edad.

Muestra	Patrón y % Grafeno	Diámetro media(cm)	longitud (cm)	Fuerza Máxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Promedio
1	patrón	15.0	30.0	21,120	14 días	29.98	
2	patrón	14.8	30.0	21,114	14 días	30.27	30.01
3	patrón	15.0	30.0	21,054	14 días	29.79	
1	0.09%	15.0	30.1	22,421	14 días	31.59	
2	0.09%	15.1	30.0	22,170	14 días	31.16	31.38
3	0.09%	15.0	30.1	22,265	14 días	31.39	
1	0.13%	15.0	30.0	22895	14 días	32.39	
2	0.13%	15.0	30.0	22658	14 días	32.05	32.20
3	0.13%	15.0	30.0	22721	14 días	32.14	
1	0.15%	15.0	30.0	23185	14 días	32.80	
2	0.15%	15.1	30.0	23211	14 días	32.62	32.68
3	0.15%	15.0	30.0	23067	14 días	32.63	
1	0.19%	15.0	30.0	23713	14 días	33.55	
2	0.19%	15.1	30.0	23641	14 días	33.22	33.35
3	0.19%	15.0	30.0	23522	14 días	33.28	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de resistencia a tracción de especímenes de hormigón patrón llega a  $f'c=30.01$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con la adición de grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=31.38$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% se incrementa  $f'c=32.20$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15% incrementa la  $f'c=32.68/cm^2$  y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=33.35$  kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 3% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 11% de resistencia a la tracción.

**Gráfico 7.** Resultado de resistencia a tracción a los 14 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** se muestra la gráfica 7, el ensayo de resistencia a tracción de especímenes concreto patrón de  $f'c=30.01$  kg/cm<sup>2</sup>, se incrementó un porcentaje 4% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c = 33.35$  kg/cm<sup>2</sup> un porcentaje de 9% de resistencia a la tracción.

#### 4.10.3 Análisis de resistencia a tracción de los especímenes a los 14 días.

Los ensayos de especímenes que se realizaron en laboratorio con resultados óptimos de acuerdo a la norma ASTM C496. Se muestra los resultados en la tabla 36.

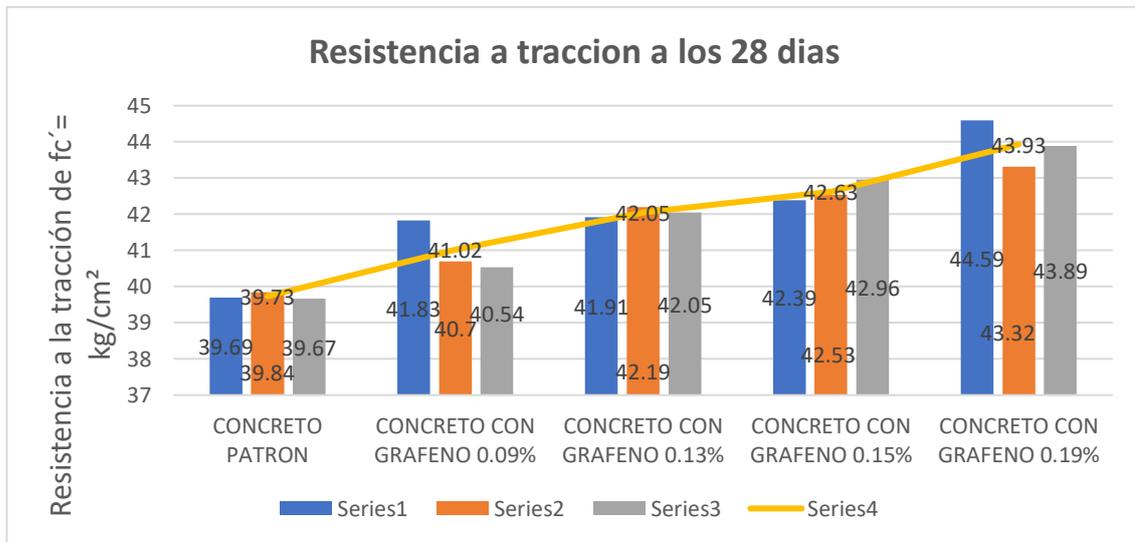
**Tabla 36.** Análisis de ensayo de especímenes a los 28 días de edad.

Muestra	Patrón y % Grafeno	Diámetro media(cm)	longitud (cm)	Fuerza Máxima(kg)	Edad Rotura	Esfuerzo Max. (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Max. Promedio
1	patrón	15.0	30.0	28,054	28 días	39.69	
2	patrón	15.0	30.0	28,158	28 días	39.84	39.73
3	patrón	15.0	30.0	27,987	28 días	39.67	
1	0.09%	15.0	30.1	29,665	28 días	41.83	
2	0.09%	15.0	30.1	28,865	28 días	40.70	41.02
3	0.09%	15.0	30.1	28,750	28 días	40.54	
1	0.13%	15.0	30.0	29625	28 días	41.91	
2	0.13%	15.0	30.0	29824	28 días	42.19	42.05
3	0.13%	15.0	30.0	29724	28 días	42.05	
1	0.15%	15.0	30.0	29967	28 días	42.39	
2	0.15%	15.0	30.0	30062	28 días	42.53	42.63
3	0.15%	15.0	30.0	30367	28 días	42.96	
1	0.19%	15.0	30.0	31522	28 días	44.59	
2	0.19%	15.0	30.0	30622	28 días	43.32	43.93
3	0.19%	15.0	30.0	31022	28 días	43.89	

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de resistencia a tracción de especímenes de hormigón patrón llega a  $f'c=39.73$  kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con la adición de grafeno de 0.09% incrementa la  $f'c=41.02$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.13% incrementa  $f'c=42.05$  kg/cm<sup>2</sup>, 0.15% incrementa la  $f'c=42.63$ /cm<sup>2</sup> y por último incrementa la 0.19% a la  $f'c=43.93$  kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto al concreto patrón, se incrementó un porcentaje 3% en el espécimen de 0.09% y el espécimen de 0.19% de grafeno un porcentaje de 11% de resistencia a tracción

**Gráfico 8.** Resultado de resistencia a tracción a los 28 días con 0.09%, 0.13%, 0.15% y 0.19% de grafeno.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** se muestra la gráfica 8, el ensayo de resistencia a tracción de especímenes hormigón patrón de  $f'c=39.73$  kg/cm<sup>2</sup>, se incrementó un porcentaje 3% en los especímenes de 0.09% y en los especímenes de 0.19% de grafeno se incrementó a  $f'c = 43.93$  kg/cm<sup>2</sup> un porcentaje de 11% de resistencia a la tracción.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a vuestros ensayos en laboratorio, se realizaron los especímenes de la adición de grafeno con distintas proporciones o porcentajes en peso de cemento. Los ensayos realizados fueron; resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, ensayos de slump y ensayo de peso unitario de la mezcla. Con estos resultados es para ver la razón numérica. Además, buscamos la discusión de los resultados de las investigaciones realizadas de antecedentes como artículos y tesis, luego para realizar una comparación de resultados obtenidos en laboratorio. La discusión se precisa de la siguiente manera:

Según Devi y Khan (2020), en su artículo “Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando óxido de grafeno” menciona referente a su investigación de durabilidad y propiedades del concreto, realizando 5 tipos de muestra con porcentajes de GO de 0.02%, 0.04%, 0.06% y 0.08% en peso de cemento, llegan en su investigación de acuerdo a la norma ASTM C39, La mejora de resistencia del GO de porcentaje de 0.02% su mejora ha sido de 12% resistencia a tracción y 24% resistencia a compresión de propiedades de durabilidad con respecto concreto patrón. En cambio, en vuestra investigación se mejoró 17% de resistencia a la compresión y los especímenes de la resistencia a la tracción 11% de adición de grafeno) a los 28 días de edad. Realizando la comparación los resultados de Devi y Khan (2020), también difieren, que los resultados guardan relación positiva moderada. La diferencia se debe por que se usaron diferentes canteras.

De su parte Chen et al. (2020) en su artículo “Propiedades mecánicas y comportamiento de contracción de nanoláminas de óxido de grafeno que contienen hormigón”, realizando 4 especímenes, donde C0 era concreto patrón y con adición de grafeno 0.02 %(C1), 0.05 %(C2) y 0.08 %(C3). Al analizar a los 28 días de edad, los resultados fueron 21.5% aumento un porcentaje a la resistencia a la compresión. En cambio, nuestra investigación a la resistencia a la compresión fue de 0.17% de grafeno a los 28 días de edad. Realizando la comparación los resultados de Chen et al. (2020), también guardar relación positiva moderada. La diferencia se debe por que usamos un mayor porcentaje de grafeno en nuestros especímenes.

Sui et al (2020), En su artículo “Investigación experimental sobre la influencia del óxido de grafeno en las propiedades del compuesto de polvo de cemento y residuos de hormigón” realizaron un concreto patrón y 5 testigos de diferentes porcentajes de óxido de grafeno de 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04% y 0.05%. Los resultados de 0.05% con adición de óxido de grafeno, aumenta a 19.2% de resistencia a la compresión a los 28 días de edad. En cambio, realizando un análisis con nuestros resultados se asemeja a nuestros resultados. El porcentaje de 0.19% de grafeno aumento a 17% de resistencia a la compresión. Con el resultado de Sui (2020) guarda relación positiva moderada.

Para Aliaga y Contreras (2019), realizaron resistencia a la compresión con porcentajes 0.02%, 0.04%, 0.06% al 0.08%. Realizando el diseño de mezcla el método ACI 211 de edades de 7, 14 y 28 días llegando a la conclusión comprobaron que la dosis del porcentaje de 0.04% de grafeno, es el ideal para la resistencia del concreto y obteniendo un resultado de 17% de resistencia a compresión a los 28 días. Y nuestro ensayo fue el más resaltate el de 0.19% de grafeno la cual aumento a 17% de resistencia a la compresión. Con los autores Aliaga y Contreras guarda una relación moderada en los resultados.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se concluye, que la adición de grafeno mejora la resistencia a las propiedades mecánicas del hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Es así, que se realizaron especímenes del concreto patrón y sus 4 especímenes modificadas con distintos porcentajes de grafeno. Los análisis demuestran el grafeno tiene buenos resultados a la resistencia y durabilidad del concreto.

También, sea realizado con éxito el ensayo de slump, este ensayo se realizó con el cono de abrams en donde se mejora la consistencia del concreto patrón. El porcentaje que mejor tiene consistencia al concreto es la de 0.15% y 0.19% en peso de cemento. Eso quiere decir que tiene mejor fluidez y trabajabilidad para realizar buenos encofrados en las nuevas construcciones. Además, con la adición grafeno permite la facilidad y la homogeneidad de la mezcla.

Se concluye, que la dosificación de la mezcla con el porcentaje de grafeno que mejor resistencia tiene es la de 0.19% en peso de cemento, estos ensayos se realizaron aplicándole una fuerza a la resistencia a compresión y tracción. Se demuestra un incremento de la resistencia a las propiedades mecánicas del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Eso quiere decir, cuando más grafeno se aumente al concreto, entonces, a la hora de la rotura será mejor su resistencia.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar más investigaciones a este producto grafeno, ya que tiene muchas características y propiedades que se está usando hoy en día. Además, buscar evidencias de artículos de fuentes confiables como scopus, scielo y otros. Para tener un buen sustento o antecedentes en vuestras investigaciones.

En vuestra investigación recomendamos usar el 0.19% de adición de grafeno, porque, mejora su resistencia a la tracción y resistencia a la compresión y como también mejora los ensayos la consistencia de la mezcla permitiendo la trabajabilidad, fluidez y sea más compacto el concreto.

Se recomienda realizar estudios predios de las canteras, buen laboratorio que cuente con certificación y calibración de equipos con fechas vigentes. Esto nos permitirá realizar buenos ensayos tanto el análisis granulométrico, curado de probetas y la rotura de especímenes.

## REFERENCIAS

- AGUIRRE YAGÜE, Francisco, et al. Síntesis y caracterización de capas conductoras de Oxido de grafeno (GO): propiedades vibracionales bajo condiciones extremas de presión y temperatura. 2015. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7850/Francisco%20Aguirre%20Yague.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AHMADI, MASOUD, ANSARI, Reza; ROUHI, Saeed. Response of graphene reinforced concrete to the external compressive load: A multiscale approach. *Structural Concrete*, 2018, vol. 19, no 6, p. 1702-1712. DOI:10.1002/SUCO.201700199
- ANDRÉS HERNÁNDEZ, H., et al. Validation of a research instrument for the design of a self-assessment methodology for the environmental management system. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 2018, vol. 9, no 1, p. 157-163. Doi:10.22490/21456453.2186
- APAZA MANGO, Victor Ángel; QUISPE MAMANI, Katherine Milagros. Mejoramiento de propiedades mecánicas del concreto con adición de nanotubos de carbono. 2018. <file:///C:/Users/Dante/Downloads/ICapmava.pdf>
- APAZA QUISPE, Ricardo Yordan; RODRIGUEZ QUITO, Art Antony. Análisis de la influencia del grafeno como aditivo en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto, Lima-2019. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51746>
- BARTRA CHUJUTALLY, David Enrique. Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39521>
- BAZÁN AGUILAR, Antony Yamir Joseph. Estudio espectroscópico y morfológico en el grafeno químicamente modificado. 2017. <https://www.researchgate.net/profile/Antony-Bazan/publication/353914345>

- CASAYCO FERNÁNDEZ, Cesar Antonio; MORALES FABIÁN, Carlos Fernando. Incorporación del óxido de grafeno para mejorar la resistencia a compresión del concreto  $f'_{c} = 175\text{kg/cm}^2$ , Lima, 2019. 2019.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/46374>
- CCOPA MAMANI, Heber. Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto. 2017.<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4534>
- CHEN, Zengshun, et al. Mechanical properties and shrinkage behavior of concrete-containing graphene-oxide nanosheets. *Materials*, 2020, vol. 13, no 3, p. 590.<https://doi.org/10.3390/ma13030590>
- Chintalapudi y Rama M. (2021), "Strength properties of graphene oxide cement composites", *Materials Today: Proceedings*.
- *Construction and Building Materials*,(2021) "Experimental investigation for the influence of graphene oxide on properties of the cement-waste concrete powder composite" Vol. 276.<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122229>.
- DALAL, Sejal P.; DALAL, Purvang. Experimental investigation on strength and durability of Graphene Nanoengineered concrete. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 276, p. 122236. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122236>
- Damma Manikanta, Durga Prasad Ravella, Sri Rama Chand M., Janardhan Yadav M., Mechanical and durability characteristics of high performance self-compacting concrete containing flyash, silica fume and graphene oxide, *Materials Today: Proceedings*, Volume 43, Part 2, 2021, Pages 2361-2367, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.684>.
- DEVI, S. C.; KHAN, R. A. Effect of graphene oxide on mechanical and durability performance of concrete. *Journal of Building Engineering*, 2020, vol. 27, p. 101007.<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101007>

- DEVI, Sanglakpam Chiranjikumari; KHAN, Rizwan Ahmad. Compressive strength and durability behavior of graphene oxide reinforced concrete composites containing recycled concrete aggregate. *Journal of Building Engineering*, 2020, vol. 32, p. 101800. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101800>
- DIMOV, Dimitar, et al. Ultrahigh performance nanoengineered graphene–concrete composites for multifunctional applications. *Advanced functional materials*, 2018, vol. 28, no 23, p. 1705183. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adfm.201705183>. DOI: 10.1088/1755-1315/796/1/012061h
- ESTRELLA GUTIÉRREZ, Royer; ORMACHEA ECHANDIA, Giancarlo Giovanni. Análisis y determinación de la variabilidad de los ensayos de mecánica de suelos basados en las normas NTP-Norma Técnica Peruana (Perú), MTC-Ministerio de Transportes y comunicaciones (Perú) y ASTM-American Society for Testig Materials (USA). <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10858>
- Ezzatollah Shamsaei, Felipe Basquiroto de Souza, Xupei Yao, Emad Benhelal, Abozar Akbari, Wenhui Duan, Graphene-based nanosheets for stronger and more durable concrete: A review, *Construction and Building Materials*, Volume 183, 2018, Pages 642-660, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.201>.
- GEIM, Andre K.; NOVOSELOV, Konstantin S. The rise of graphene. En *Nanoscience and technology: a collection of reviews from nature journals*. 2010. p. 11-19. [https://doi.org/10.1142/9789814287005\\_0002](https://doi.org/10.1142/9789814287005_0002)
- HINESTROZA MURILLO, Jorge Hernán, et al. *Análisis del óxido de grafeno usado como aditivo para el concreto*. 2021. Tesis de Licenciatura. Universidad Antonio Nariño. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3850>

- KORAYEM, A. Habibnejad, et al. Graphene oxide for surface treatment of concrete: A novel method to protect concrete. *Construction and Building Materials*, 2020, vol. 243, p. 118229. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118229>
- Lanzhen Yu, Rongxing Wu, Using graphene oxide to improve the properties of ultra-high-performance concrete with fine recycled aggregate, *Construction and Building Materials*, Volume 259, 2020, 120657, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120657>.
- LAVAGNA, Luca, et al. Relationship between oxygen content of graphene and mechanical properties of cement-based composites. *Cement and Concrete Composites*, 2021, vol. 115, p. 103851. ISSN 0958-9465, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103851>.
- Linwei Li, Qiaofeng Zheng, Baoguo Han, Jinping Ou, Fatigue behaviors of graphene reinforcing concrete composites under compression, *International Journal of Fatigue*, Volume 151, 2021, 106354, ISSN 0142-1123, <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106354>.
- Linwei Li, Qiaofeng Zheng, Sufen Dong, Xinyue Wang, Baoguo Han, The reinforcing effects and mechanisms of multi-layer graphenes on mechanical properties of reactive powder concrete, *Construction and Building Materials*, Volume 251, 2020, 118995, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118995>.
- M. Somasri, B. Narendra Kumar, Graphene oxide as Nano material in high strength self-compacting concrete, *Materials Today: Proceedings*, Volume 43, Part 2, 2021, Pages 2280-2289, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1085>.
- MAESTRE, Henry, et al. Grafeno, la tecnología del futuro para mantenimientos a las pistas de aeropuertos colombianos, 2020 <http://hdl.handle.net/10654/36379>

- MEDRANO, Ma Guadalupe Méndez; ROSU, HARET CODRATIAN; GONZÁLEZ, LA Torres. Grafeno: el alótopo más prometedor del carbono. *Acta Universitaria*, 2012, vol. 22, no 3, p. 20-23. <https://www.redalyc.org/pdf/416/41622592003.pdf>
- Mohammed, A. "Effects of Graphene Oxide in Enhancing the Performance of Concrete Exposed to High-Temperature." *Australian journal of civil engineering*. 15.1 (2017): 61–71. Web.
- MOHAMMED, A., et al. Effects of graphene oxide in enhancing the performance of concrete exposed to high-temperature. *Australian Journal of Civil Engineering*, 2017, vol. 15, no 1, p. 61-71. <https://doi.org/10.1080/14488353.2017.1372849>
- MOHAMMED, Alyaa, et al. The impact of graphene oxide on cementitious composites. En *Nanotechnology in Eco-efficient Construction*. Woodhead Publishing, 2019. p. 69-95. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102641-0.00004-9>
- MONTAÑEZ ADAMA, Brayan Marcelino; ZAVALA VILLARROEL, Alexis Gilmar. Análisis de la Influencia del grafeno en la propiedad de durabilidad del concreto F'C 210 kg/cm2 Lima-2020.2020.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/58431>
- MOWLAEI, Roozbeh, et al. The effects of graphene oxide-silica nanohybrids on the workability, hydration, and mechanical properties of Portland cement paste. *Construction and Building Materials*, 2021, vol. 266, p. 121016. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121016>.
- Navya Charitha, et al (2021), "An experimental study on influence of graphene oxide in silica fume blended concrete" IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 796 (1), art. no. 012061.
- P.K. Akarsh, Shriram Marathe, Arun Kumar Bhat, Influence of graphene oxide on properties of concrete in the presence of silica fumes and M-

sand, *Construction and Building Materials*, Volume 268, 2021, 121093, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121093>.

- PÁEZ PACHECO, Hamilton Yesid; RINCÓN CASTRO, Laura Angélica. Uso del óxido de grafeno como adsorbente en la remoción de cromo en una matriz acuosa con características de agua residual producto de la actividad de curtido. 2019. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/781](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/781)
- PAHUACHO AQUINO, Jhon Manolo; PEÑARES RAYMUNDO, Rubén. Incorporación del grafeno para lograr resistencias mayores a partir del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ , Lima 2019. 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54258>
- PAPAGEORGIOU, Dimitrios G.; KINLOCH, Ian A.; YOUNG, Robert J. Mechanical properties of graphene and graphene-based nanocomposites. *Progress in Materials Science*, 2017, vol. 90, p. 75-127. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.07.004>
- PASIN, João Bosco Coelho. Grafeno, innovación, derecho y economía. 2017 <https://www.jstor.org/stable/j.ctvr33b53>
- PAVOSKI, Giovani, et al. Few layer reduced graphene oxide: evaluation of the best experimental conditions for easy production. *Materials Research*, 2016, vol. 20, p. 53-61. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2015-0528>
- PÉREZ GARCÍA, Ana. Estudio del estado del arte de las propiedades físicas y mecánicas de geopolímeros dopados con nanopartículas de óxido de grafeno. 2020. <https://hdl.handle.net/11441/103920>
- SASIDHARAN, Abhilash, et al. Cellular and molecular mechanistic insight into the DNA-damaging potential of few-layer graphene in human primary endothelial cells. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 2016, vol. 12, no 5, p. 1347-1355. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1549963416000848>
- Sejal P. Dalal, Purvang Dalal, (2021), Experimental Investigation on Strength and Durability of Graphene Nanoengineered Concrete, *Construction and*

Building Materials, Vol. 276, 122236, ISSN 0950-0618,  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122236>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820342392>)

- Somasri, B. y Narendra K.( 2021).”Graphene oxide as Nano material in high strength self-compacting concrete”,Materials Today: Proceedings,Vol. 43(Part2)<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1085>. Vol. 45, Part 4,Pages 3971-3975,ISSN 2214-7853.
- Wang( et al).Influence of graphene oxide additions on the microstructure and mechanical strength of cement,New Carbon Materials,Volume 30, Issue 4,2015,Pages 349-356,ISSN 1872-5805.
- YILDIZ, Gulsah; BOLTON-WARBERG, Majbritt; AWAJA, Firas. Graphene and graphene oxide for bio-sensing: general properties and the effects of graphene ripples. *Acta Biomaterialia*, 2021. ACI 201.2R-01 (2001). EE.UU. 2001.pp. 2. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.06.047>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

<b>TÍTULO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021						
<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
¿Cómo influye la adición del grafeno para mejorar las <b>propiedades mecánicas</b> del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> , Callao 2021?	Influye la adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao 2021.	Con la adición del grafeno optimiza las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021	Grafeno	Dosificación	proporción de 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19% de grafeno	Diseño de mezcla del concreto método ACI
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variables Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
¿Con la adición del grafeno en proporciones de 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19% incrementara la <b>resistencia a la</b>	Mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> , Callao 2021 con la adición del grafeno en	La adición de grafeno en proporciones 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19% incrementa la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> .	Propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas - compresión - tracción	Relación agua /cemento  Consistencia	Relación de la mezcla del concreto método ACI  Ensayo cono Abrams NTP 339.035

<b>compresión</b> del concreto f'c 210 kg/cm2, Callao 2021?	proporciones 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19%.					
¿Con la incorporación del grafeno en proporciones de 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19% mejoraría o incrementaría la <b>resistencia a tracción</b> del concreto f'c 210 kg/cm2, Callao 2021?	Mejorar la resistencia a tracción del concreto f'c 210 kg/cm2, Callao 2021 adicionando grafeno en proporciones 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19%.	La adición de grafeno en proporciones 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.19% incrementa la resistencia a tracción del concreto f'c 210 kg/cm2.		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión NTP 339.034

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

<b>TITULO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao – 2021					
<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>INDEPENDIENTE</b>  Grafeno	Según Paz (2018) menciona en su estudio "El grafeno es una forma alotrópica de carbono", el grafeno es una estructura molecular de cristal bidimensional y su forma es de similar de una red hexagonal a la de un panal de abeja, el cual tiene un espesor de un átomo" (p. 7).	Es el análisis de la dosificación del grafeno.  0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % en el diseño de concreto a 210 Kg/cm2.	Dosificación del grafeno.	Porcentaje de grafeno de 0.09%	Razón
				Porcentaje de grafeno 0.13%	
				Porcentaje de grafeno 0.15%	
				Porcentaje de grafeno 0.19%	
			Grafeno	peso	
<b>DEPENDIENTE</b>	Se considera a la compresión de las muestras en laboratorio (piezas de prueba) entre ellas dos placas planas en donde se aplican una fuerza aplicada uniformemente en la muestra. En donde se aplica en una Prensa (Forney, 2009, p. 245).	Es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto modificado con porcentajes de grafeno.  0.09 %, 0.13 %, 0.15 % y 0.19 % a la prueba de compresión y tracción.	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Razón
Resistencia a tracción					
Slump del concreto					
Peso unitario del concreto					
Propiedades mecánicas del concreto			Propiedades físicas	Agregados Relación agua /cemento	

## Anexo 3. Ficha técnica de los insumos

### ✓ Ficha técnica del cemento

CEMENTO SOL



## CEMENTO SOL

### Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

### Formato de distribución:

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



## Recomendaciones

### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

### Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

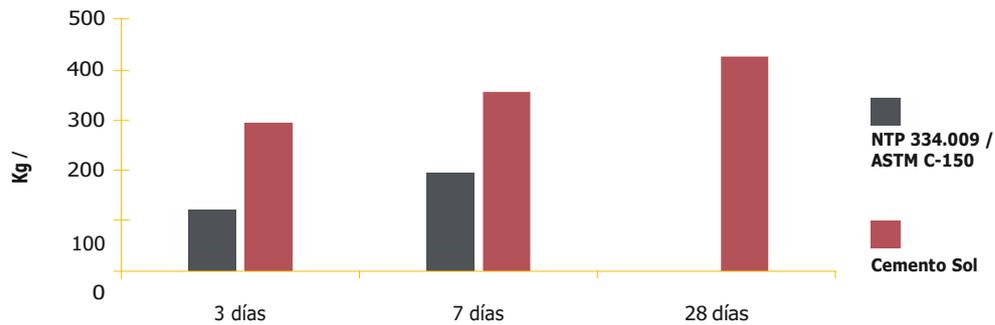
### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

✓ Requisitos mecánicos de cemento.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm²/g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	427	No especifica
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO3	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C2S	%	13.15	No especifica
C3S	%	53.60	No especifica
C3A	%	9.66	No especifica
C4AF	%	9.34	No especifica

✓ Ficha técnica del grafeno



江苏先丰纳米材料科技有限公司

## XFSG01 氧化石墨烯粉体

### XFSG01 Graphene Oxide Powder

#### 1 技术参数(Specification)

名称	Product name	氧化石墨烯粉体 Graphene Oxide Powder
产品编号	Product number	XFSG01
状态	Status	褐色粉末 (Brown powder)
厚度	Thickness	$\leq 5$ nm
含氧量	Oxygen content	~35%
片径	Diameter	~20 $\mu\text{m}$

#### 2 表征测试图(Characterizations)

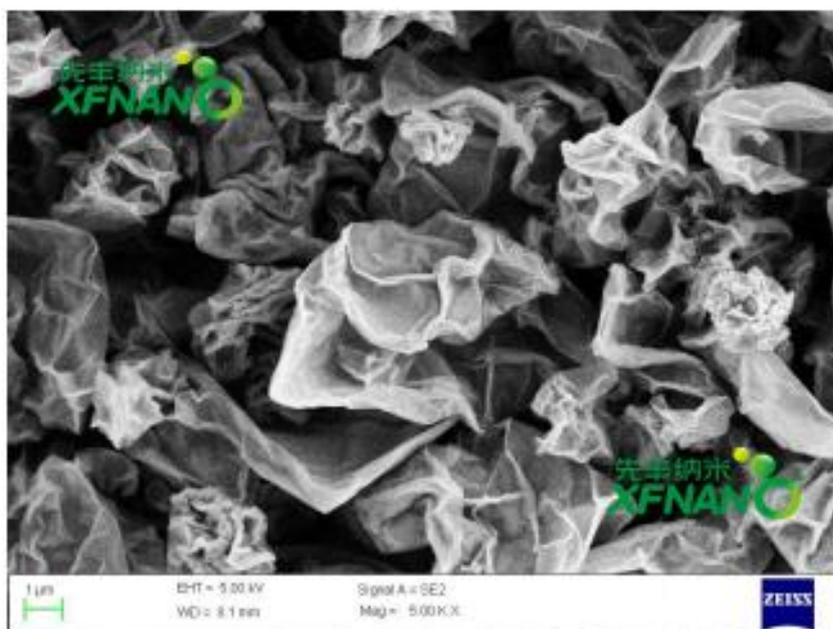


图 1

江苏先丰纳米材料科技有限公司  
地址：南京市国家级江北新区步月路 29 号 9 栋  
邮编：210033  
电话 Tel: 400-025-3200(免长途费)  
传真 Fax: 025-68256991

Jiangsu XFNANO Materials Tech. Co.,Ltd  
Add: Nanjing City, Jiangsu Province, China  
Zip: for 210033  
E-mail: sale@xfnano.com  
http://www.xfnano.com

## Anexo 4. Validación de instrumentos de investigación científica

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Ulloa Jiménez César  
 Institución donde labora : Corporación 3C  
 Especialidad : Coordinador de Servicios  
 Instrumento de evaluación : Ensayo de probetas, Ensayo Cono Abrams,  
 análisis granulométrico por tamizado.  
 Autores de los instrumentos : Lujano Panca, Víctor Nicolas  
 : Torres Aldazabal, Abraham

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VI: ADICIÓN DEL GRAFENO PARA ANALIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El proyecto de investigación es procedente.**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50**

Lima, 10 de julio de 2021.



**CESAR ULLOA JIMENEZ**  
**DNI: 10448659**

**ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**  
**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Gilberto Santos Villar  
 Institución donde labora : Consultor Independiente  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ensayo de probetas, Ensayo Cono Abrams,  
 análisis granulométrico por tamizado.  
 Autores de los instrumentos : Lujano Panca, Victor Nicolas  
 : Torres Aldazabal, Abrahan

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VI: ADICIÓN DEL GRAFENO PARA ANALIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO			X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>42</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ACEPTABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: BUENA

Lima, 10 de julio de 2021.

  
 GILBERTO SANTOS VILLAR  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 13583  
 DNI 08526318

## ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto  : CYNTIA SAYAS OROCAJA

Institución donde labora  : HV Contratistas

Especialidad  : Ingeniero Civil

Instrumento de evaluación  : Ensayo de probetas, Ensayo Cono Abrams,  
análisis granulométrico por tamizado.

Autores de los instrumentos  : Lujano Panca, Victor Nicolas  
 : Torres Aldazabal, Abraham

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VI. ADICIÓN DEL GRAFENO PARA ANALIZAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: EL PROYECTO DE INVESTIGACION ES PROCEDENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 10 de julio de 2021.



CYNTIA SAYAS OROCAJA

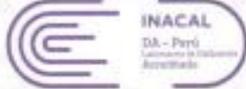
DNI N°: 10658945

Anexo 5. Certificado de calibración de balanza N° 1.



**Punto de Precisión SAC**

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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro P.L.C. - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020**

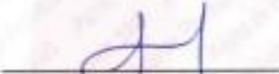
Página: 1 de 3

<p>Expediente : T 331-2020 Fecha de Emisión : 2020-11-24</p> <p><b>1. Solicitante</b> : A &amp; A TERRA LAB. S.A.C.</p> <p><b>Dirección</b> : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p> <p><b>2. Instrumento de Medición</b> : <b>BALANZA</b></p> <p>Marca : RICE LAKE</p> <p>Modelo : ES-6000H</p> <p>Número de Serie : 1806A0688</p> <p>Alcance de Indicación : 6 000 g</p> <p>División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g</p> <p>División de Escala Real (d) : 0,1 g</p> <p>Procedencia : NO INDICA</p> <p>Identificación : NO INDICA</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2020-11-23</p>	<p>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 <math>k=2</math>. 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 %.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p><b>3. Método de Calibración</b> 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.</p> <p><b>4. Lugar de Calibración</b> MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p>	



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S A C

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.

Anexo 6. Certificado de calibración de balanza N° 2.



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



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	52.9	53.9

**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)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

**7. Observaciones**  
 (\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 000,0 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 000,4 g para una carga de 6 000,0 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 II, según la Norma Metroológica 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 CERD	TENE	ESCALA	NO TIENE
ISOLACIÓN LIBRE	TENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TENE	SGT. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	22,5					
	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 6 000,0 g		
	F (g)	AL (g)	E (g)	F (g)	AL (g)	E (g)
1	2 999,8	0,07	-0,23	6 000,0	0,07	-0,03
2	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,08	-0,04
3	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,08	-0,04
4	2 999,8	0,01	-0,17	5 999,9	0,01	-0,07
5	2 999,8	0,01	-0,17	6 000,0	0,06	-0,02
6	2 999,8	0,02	-0,18	6 000,0	0,06	-0,02
7	2 999,8	0,03	-0,19	6 000,0	0,09	-0,05
8	2 999,8	0,05	-0,21	6 000,0	0,08	-0,04
9	2 999,8	0,03	-0,19	6 000,0	0,06	-0,04
10	2 999,9	0,04	-0,10	5 999,9	0,02	-0,08
Diferencia Máxima			0,13			0,06
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

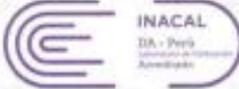
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 7. Certificado de calibración - ensayo de excentricidad



**Punto de Precisión SAC**

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



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Metrología Acreditado  
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2020  
Página: 3 de 3

2	5
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Temp. (°C) Inicial Final

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,0	1,0	0,08	-0,03	2 000,0	1 999,9	0,07	-0,13	-0,10
2		1,0	0,06	-0,01		1 999,8	0,02	-0,18	-0,17
3		1,0	0,09	-0,04		1 999,9	0,01	-0,07	-0,03
4		1,0	0,06	-0,01		1 999,9	0,02	-0,08	-0,07
5		1,0	0,08	-0,01		1 999,8	0,01	-0,17	-0,16
(*) valor entre 0 y 10 s									
Error máximo permitido: ± 0,3 g									

**ENSAYO DE PESAJE**

Temp. (°C) Inicial Final

22,5      22,5

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,02	5,1	0,09	0,06	0,07	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,00	50,1	0,09	0,06	0,07	0,1
100,00	100,0	0,06	-0,04	-0,03	100,0	0,07	-0,02	-0,01	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
1 000,00	999,9	0,03	-0,08	-0,07	999,9	0,01	-0,06	-0,05	0,2
1 500,00	1 499,9	0,02	-0,07	-0,06	1 499,9	0,02	-0,07	-0,06	0,2
2 000,01	1 999,9	0,01	-0,07	-0,06	1 999,9	0,02	-0,08	-0,07	0,2
4 000,01	3 999,9	0,02	-0,08	-0,07	3 999,9	0,01	-0,07	-0,06	0,3
5 000,01	4 999,9	0,05	-0,11	-0,10	5 000,0	0,09	-0,05	-0,04	0,3
6 000,01	6 000,1	0,06	0,05	0,06	6 000,1	0,09	0,05	0,06	0,3

± m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,22 \times 10^{-3} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,47 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 6,70 \times 10^{-10} \times R^2}$$

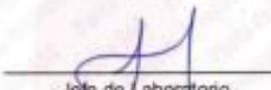
R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

---



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



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

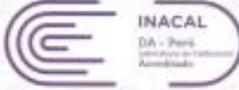
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 8. Certificado de calibración de balanza N° 3 - Lm 615 2020



**Punto de Precisión SAC**

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



INACAL  
DA - Perú  
Organismo Peruano de Acreditación  
Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2020**

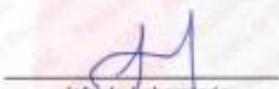
Página: 1 de 3

<p>Expediente : T 331-2020 Fecha de Emisión : 2020-11-24</p> <p><b>1. Solicitante</b> : A &amp; A TERRA LAB. S.A.C.</p> <p><b>Dirección</b> : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p> <p><b>2. Instrumento de Medición</b> : <b>BALANZA</b></p> <p><b>Marca</b> : OHAUS</p> <p><b>Modelo</b> : R21PE30ZH</p> <p><b>Número de Serie</b> : B847537519</p> <p><b>Alcance de Indicación</b> : 30 000 g</p> <p><b>División de Escala de Verificación ( e )</b> : 10 g</p> <p><b>División de Escala Real (d)</b> : 1 g</p> <p><b>Procedencia</b> : NO INDICA</p> <p><b>Identificación</b> : NO INDICA</p> <p><b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA</p> <p><b>Ubicación</b> : LABORATORIO</p> <p><b>Fecha de Calibración</b> : 2020-11-23</p>	<p>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 <math>k=2</math>. 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 %.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p><b>3. Método de Calibración</b> 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.</p> <p><b>4. Lugar de Calibración</b> MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p>	



LABORATORIO  
PUNTO DE PRECISIÓN  
S A C

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.

Anexo 9. Certificado de calibración de balanza N° 4 - Lm 615 2020



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2020  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	21,5	21,8
Humedad Relativa	54,9	55,8

**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)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

**7. Observaciones**  
(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 993 g para una carga de 30 000 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 Metroológica 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*	15 000 g			Carga L2*			30 000 g			
		I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	
1	15 001	0,7		0,8	30 000	0,7		-0,3			
2	15 000	0,7		-0,2	30 000	0,6		-0,2			
3	15 001	0,9		0,6	30 000	0,8		-0,4			
4	15 000	0,8		-0,3	30 000	0,7		-0,3			
5	15 001	0,6		0,9	30 000	0,7		-0,3			
6	15 000	0,8		-0,3	30 000	0,8		-0,4			
7	15 001	0,9		0,6	30 000	0,8		-0,5			
8	15 001	0,7		0,8	30 000	0,6		-0,2			
9	15 001	0,8		0,7	30 000	0,7		-0,3			
10	15 001	0,8		0,7	30 000	0,8		-0,4			
Diferencia Máxima				1,2					0,3		
Error máximo permitido ±				20 g					±	30 g	



*[Firma]*  
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.

Anexo 10. Certificado de calibración - Ensayo de excentricidad



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

Punto de Precisión SAC



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración Acreditado  
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2020  
Página 3 de 3

2	5
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,7	21,7

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,7	-0,2	10 000	10 000	0,6	-0,1	0,1
2		10	0,7	-0,2		9 999	0,9	-1,4	-1,2
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,7	-0,2	0,2
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 20 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	21,7	21,8

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± simp (N)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,7	-0,2	0,1	20	0,6	-0,1	0,1	10
20,0	20	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,1	10
500,0	500	0,9	-0,4	-0,2	2 000	0,7	-0,2	0,0	10
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,0	5 000	0,9	-0,4	-0,2	10
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,1	7 000	0,7	-0,2	0,0	20
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,1	10 000	0,6	-0,1	0,1	20
10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,0	15 000	0,9	-0,4	-0,2	20
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	0,1	20 000	0,7	-0,2	0,0	20
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,0	25 000	0,6	-0,1	0,1	30
25 000,0	25 000	0,9	-0,4	-0,2	30 000	0,6	-0,2	0,0	30
30 000,1	30 000	0,6	-0,2	0,0					

± simp : error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,67 \times 10^{-3} \times R$$

Incertidumbre

$$U_{95} = 2 \sqrt{4,14 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 2,05 \times 10^{-3} \times R^2}$$

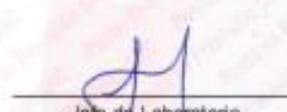
R : Lectura de la balanza    /L: Carga Incrementada    E : Error aleatorio    E<sub>0</sub> : Error en cero    E<sub>c</sub> : Error corregido  
 R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
S.A.C.

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.

Anexo 11. Certificado de liberación



**Punto de Precisión SAC**

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



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Medición  
Acreditado

Registro N° LC - 033

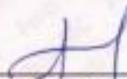
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020**

Página: 1 de 3

<p><b>Expediente</b> : T 331-2020 <b>Fecha de Emisión</b> : 2020-11-24</p> <p><b>1. Solicitante</b> : A &amp; A TERRA LAB. S.A.C.</p> <p><b>Dirección</b> : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p> <p><b>2. Instrumento de Medición</b> : BALANZA</p> <p><b>Marca</b> : HENKEL</p> <p><b>Modelo</b> : NO INDICA</p> <p><b>Número de Serie</b> : 2020065609</p> <p><b>Alcance de Indicación</b> : 2 000 g</p> <p><b>División de Escala de Verificación ( e )</b> : 0,1 g</p> <p><b>División de Escala Real (d)</b> : 0,01 g</p> <p><b>Procedencia</b> : NO INDICA</p> <p><b>Identificación</b> : NO INDICA</p> <p><b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA</p> <p><b>Ubicación</b> : LABORATORIO</p> <p><b>Fecha de Calibración</b> : 2020-11-23</p>	<p>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 <math>k=2</math>. 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 %.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p><b>3. Método de Calibración</b> 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.</p>	
<p><b>4. Lugar de Calibración</b> MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p>	



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.*

## Anexo 12. Certificado de calibración



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



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	22,7	22,8
Humedad Relativa	53,9	53,9

**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)	IP-296-2019

**7. Observaciones**  
(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 2 000,01 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 II, según la Norma Metroológica 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
ESCALACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

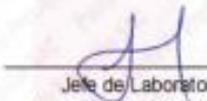
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	22,8	22,8

Medición N°	Carga L1= 1 000,00 g			Carga L2= 2 000,01 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1 000,02	0,007	0,017	2 000,02	0,008	0,011
2	1 000,01	0,009	0,006	2 000,01	0,006	0,004
3	1 000,02	0,007	0,017	2 000,02	0,009	0,010
4	1 000,02	0,006	0,018	2 000,01	0,007	0,003
5	1 000,02	0,007	0,017	2 000,01	0,006	0,004
6	1 000,03	0,009	0,025	2 000,01	0,007	0,003
7	1 000,01	0,006	0,008	2 000,01	0,009	0,001
8	1 000,02	0,008	0,016	2 000,02	0,007	0,012
9	1 000,02	0,006	0,018	2 000,01	0,006	0,004
10	1 000,02	0,009	0,015	2 000,02	0,007	0,012
Diferencia Máxima			0,020			
Error máximo permitido			± 0,2 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.

Anexo 13. Certificado de calibración



**Punto de Precisión SAC**

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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado  
Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-620-2020  
Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10	0,10	0,007	-0,002	600,00	600,04	0,006	0,038	0,040
2		0,10	0,008	-0,003		600,03	0,007	0,027	0,030
3		0,11	0,006	0,009		600,05	0,008	0,046	0,037
4		0,12	0,009	0,016		600,05	0,006	0,048	0,032
5		0,10	0,007	-0,002		600,01	0,008	0,006	0,006

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 0,2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,100	0,10	0,007	-0,002						
0,500	0,49	0,006	-0,013	-0,011	0,49	0,007	-0,012	-0,010	0,1
5,000	5,00	0,007	-0,002	0,000	5,00	0,006	-0,001	0,001	0,1
20,000	20,00	0,006	-0,003	-0,001	20,00	0,009	-0,004	-0,002	0,1
50,000	49,97	0,006	-0,031	-0,025	49,93	0,006	-0,073	-0,071	0,1
100,000	99,98	0,007	-0,022	-0,020	99,95	0,006	-0,051	-0,049	0,1
500,001	499,99	0,006	-0,014	-0,012	499,97	0,007	-0,033	-0,031	0,1
1 000,002	999,98	0,009	-0,025	-0,023	999,92	0,008	-0,085	-0,082	0,2
1 500,002	1 499,97	0,006	-0,033	-0,031	1 499,94	0,006	-0,063	-0,061	0,2
1 800,003	1 800,00	0,007	-0,005	-0,003	1 800,00	0,007	-0,005	-0,003	0,2
2 000,005	1 999,98	0,006	-0,025	-0,024	1 999,98	0,006	-0,025	-0,024	0,2

e.m.p. error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,56 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,37 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 5,91 \times 10^{-10} \times R^2}$$

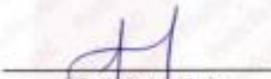
R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

---



PT-06.P06 / 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.

Anexo 14. Certificado de calibración



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**Punto de Precisión SAC**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 525 - 2020**

Página : 1 de 4

**Expediente** : T 331-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-11-23

**1. Solicitante** : A & A TERRA LAB. S.A.C.

**Dirección** : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA

**Indicación** : DIGITAL

**Marca del Equipo** : NO INDICA  
**Modelo del Equipo** : NO INDICA  
**Serie del Equipo** : NO INDICA  
**Capacidad del Equipo** : 78 L  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de indicador** : AUTONICS  
**Modelo de indicador** : TCN4S  
**Serie de indicador** : NO INDICA  
**Temperatura calibrada** : 110 °C

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABOTARIO DE PUNTO PRECISION S.A.C.  
23 - NOVIEMBRE - 2020

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,8
Humedad %	58	60

**7. Conclusiones**  
La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

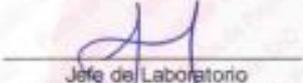
**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El instrumento 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.



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.

Anexo 15. Certificado de calibración de toma de temperatura °C



**Punto de Precisión SAC**

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 525 - 2020

Página : 2 de 4

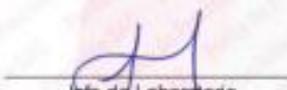
**CALIBRACIÓN PARA 110 °C**

Tiempo (min.)	Ind. ( °C ) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	111,0	105,7	108,3	105,7	105,4	105,6	114,9	114,7	114,5	113,4	114,3	110,3	9,5
2	111,0	105,2	108,8	105,2	105,9	105,4	114,8	114,3	114,2	112,3	114,4	110,0	9,6
4	111,0	105,1	107,9	105,0	106,1	106,1	114,6	114,7	115,0	113,5	114,6	110,3	10,0
6	111,0	105,3	108,7	105,0	106,0	105,9	114,7	114,0	114,8	113,3	114,4	110,2	9,8
8	111,0	105,1	109,9	105,9	105,8	106,0	114,8	114,1	114,4	113,2	114,6	110,4	9,7
10	111,0	105,7	108,3	105,9	105,9	105,4	114,8	114,0	114,2	113,5	114,3	110,2	9,2
12	111,0	105,1	109,9	105,0	105,4	105,9	114,5	114,3	114,5	113,4	114,4	110,2	9,5
14	111,0	105,1	109,9	105,9	105,8	106,0	114,2	114,1	114,2	112,3	114,6	110,2	9,5
16	111,0	105,3	108,7	105,2	106,1	105,6	114,8	114,0	115,0	113,5	114,4	110,3	9,8
18	111,0	105,7	108,3	105,9	106,0	105,9	114,8	114,3	114,2	113,4	114,3	110,3	8,9
20	111,0	105,1	108,3	105,9	106,1	106,0	114,8	114,1	115,0	112,3	114,6	110,2	9,9
22	111,0	105,3	109,9	105,7	105,8	105,6	114,8	114,0	114,5	113,5	114,3	110,3	9,5
24	111,0	105,1	109,9	105,0	106,0	106,0	114,5	114,7	115,0	112,3	114,6	110,3	10,0
26	111,0	105,1	108,7	105,9	105,9	105,4	114,6	114,3	114,8	113,5	114,4	110,3	9,7
28	111,0	105,1	108,3	105,9	105,4	105,6	114,7	114,1	114,5	113,4	114,3	110,1	9,6
30	111,0	105,3	109,9	105,7	106,1	106,0	114,8	114,0	114,2	112,3	114,3	110,3	9,5
32	111,0	105,7	108,7	105,9	105,4	105,9	114,5	114,3	114,8	113,5	114,4	110,3	9,4
34	111,0	105,3	108,3	105,9	105,8	105,4	114,9	114,7	114,5	112,3	114,6	110,2	9,6
36	111,0	105,1	109,9	105,9	106,0	105,6	114,8	114,0	114,2	113,4	114,3	110,3	9,7
38	111,0	105,3	108,3	105,7	105,4	105,6	114,8	114,1	114,8	113,5	114,6	110,2	9,5
40	111,0	105,1	109,9	105,2	106,1	105,9	114,9	114,3	114,5	112,3	114,3	110,3	9,8
42	111,0	105,7	108,3	105,0	106,1	105,4	114,6	114,7	114,8	113,4	114,6	110,3	9,8
44	111,0	105,1	109,9	105,9	106,0	106,0	114,8	114,0	115,0	113,5	114,3	110,5	9,9
46	111,0	105,1	108,7	105,9	106,0	105,9	114,7	114,1	114,5	113,4	114,4	110,3	9,8
48	111,0	105,7	108,9	105,7	105,8	105,6	114,7	114,7	114,2	113,5	114,6	110,4	9,1
50	111,0	105,3	108,3	105,0	105,4	105,9	114,9	114,1	115,0	113,4	114,3	110,2	10,0
52	111,0	105,1	108,7	105,9	106,0	106,0	114,8	114,3	114,8	112,3	114,3	110,2	9,7
54	111,0	105,7	108,7	105,2	105,4	105,4	114,8	114,7	114,5	113,5	114,6	110,3	9,6
56	111,0	105,1	108,9	105,7	106,0	105,6	114,6	114,0	114,8	113,4	114,3	110,3	9,7
58	111,0	105,3	108,9	105,2	105,4	105,4	114,8	114,3	115,0	112,3	114,3	110,2	9,8
60	111,0	105,3	108,7	105,0	106,0	106,0	114,9	114,7	114,5	113,5	114,4	110,3	9,9
T. PROM	111,0	105,3	108,0	105,5	105,8	105,7	114,7	114,3	114,6	113,1	114,4	110,3	
T. MAX	111,0	105,7	108,9	105,9	106,1	106,1	114,9	114,7	115,0	113,5	114,6		
T. MIN	111,0	105,1	107,9	105,0	105,4	105,4	114,2	114,0	114,2	112,3	114,3		
DTT		0,6	2,0	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	1,2	0,3		

Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	115,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,0	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	9,4	0,3
Estabilidad Medía ( ± )	1	0,02
Uniformidad Medía	10,0	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.  
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.





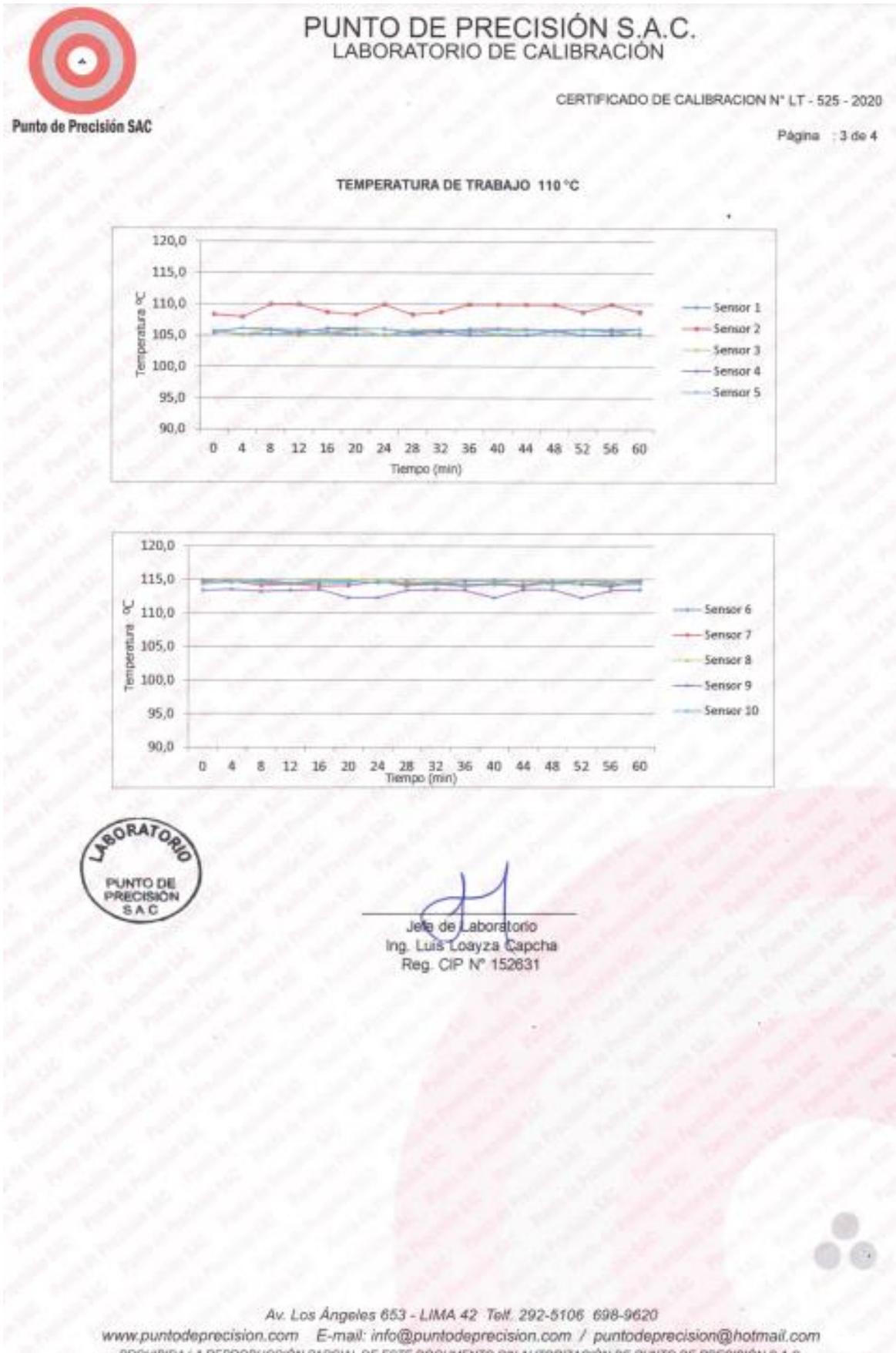
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

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.

Anexo 16. Certificado de calibración



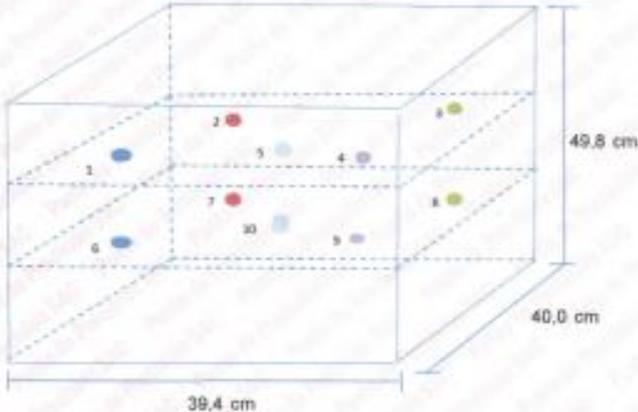
Anexo 17. Certificado de calibración

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 525 - 2020

Página : 4 de 4

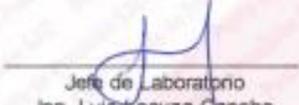
**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO**



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Toayza Cepcha  
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.

Anexo 18. Certificado de calibración de maquina de ensayo uniaxial



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 041 - 2021** Página : 1 de 2

**Expediente** : T 027-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-01-28

**1. Solicitante** : A & A TERRA LAB. S.A.C.  
**Dirección** : MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

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

**Marca de Prensa** : PINZUAR  
**Modelo de Prensa** : PC180  
**Serie de Prensa** : 111  
**Capacidad de Prensa** : 1000 kg  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de Indicador** : PINZUAR  
**Modelo de Indicador** : PC-180  
**Serie de Indicador** : 105  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de Transductor** : NO INDICA  
**Modelo de Transductor** : XS12K5P  
**Serie de Transductor** : NO INDICA  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Bomba Hidráulica** : ELÉCTRICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
MZA. F LOTE. 08 SEC. 2 GRUPO 2 - VILLA EL SALVADOR - LIMA  
25 - ENERO - 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	KELJ	INF-LE 255	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

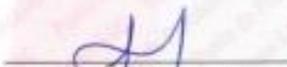
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,3	27,2
Humedad %	57	57

**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.

Anexo 19. Método de ensayo de para determinar el peso unitario en agregados

Nº 004003



# A&A TERRA LAB S.A.C.

	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>		A&A-QC-PR-025-01	
	<b>METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO EN AGREGADOS (densidad bulk "peso unitario" y vacíos de agregados) ASTM C 29</b>		REVISIÓN: 01	
			Página 01 de 01	
<b>Proyecto :</b>	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021			
<b>Autores:</b>	Lujano Panca, Victor Nicolás			
	Torres Aldazabal, Abraham			
<b>Ubicación:</b>	Provincia Constitucional del Callao			
<b>Cantera:</b>	(agregado Grueso) CANTERA SANTA CLARA	<b>Fecha de ensayo:</b>	04/10/2021	
<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO.</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	g.	14264	14262	
2.- Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0	
3.- Peso del agregado	g.	10769	10767	
4.- Constante ó Volumen	m3	6986,3	6986,3	
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1,54	1,54	
6.- Peso unitario suelto seco (promedio)	kg/m3		1,54	
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO.</b>				
1.- Peso de la muestra compactada + recipiente	g.	15070	15065	
2.- Peso del recipiente	g.	3495,0	3495,0	
3.- Peso del agregado	g.	11575	11570	
4.- Constante ó Volumen	m3	6986,3	6986,3	
5.- Peso unitario compactado húmedo	kg/m3	1,66	1,66	
6.- Peso unitario compactado seco (promedio)	kg/m3		1,65	
<b>ENSAYO : CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD EVAPORABLE EN AGREGADOS MEDIANTE SECADO ASTM C 566</b>				
<b>C.- CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	2092,0	2092,0	
B.- Peso de muestra seca	g.	2086,0	2086,0	
C.- Peso del recipiente	g.	0,0	0,0	
D.- Contenido de humedad	%	0,29	0,29	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%		0,29	
<b>NOTAS:</b> 1.- Los Resultados Corresponden a la Muestra Ensayada 2.- Prohibida su Reproducción del Informe sin Plena Autorización de la Jefatura.				
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>		
Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762		
Nombre:		Nombre:		
Fecha:		Fecha:		

**A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU**  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 20. Determinación de peso específico y absorción en agregados gruesos.

Nº 004005



# A&A TERRA LAB S.A.C.

	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>	A&A-QC-PR-020-01		
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C 127</b>	REVISIÓN: 01		
		Página 01 de 01		
<p><b>Proyecto :</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021</p> <p><b>Autores:</b> Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abrahan</p> <p><b>Ubicación:</b> Provincia Constitucional del Callao</p> <p><b>Fecha de Ensayo:</b> 04/10/2021</p>				
I	DATOS.	A	B	
1.-	Peso de la muestra saturada con superficie seca	g. 3005,0	3005,0	
2.-	Peso de la canastilla dentro del agua	g. 863,0	863,0	
3.-	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g. 2774,0	2775,0	
4.-	Peso de la muestra seca al horno , 105°C.	g. 2980	2981	
5.-	Peso de la muestra saturada dentro del agua	g. 1911	1912	
II	RESULTADOS	A	B	PROMEDIO
A.-	Peso específico de masa	g/cm3 2,724	2,727	2,726
B.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seco SSS	g/cm3 2,747	2,749	2,748
C.-	Peso específico aparente	g/cm3 2,788	2,789	2,788
D.-	Porcentaje de absorción	% 0,84	0,81	0,82
<p>NOTA</p> <p>1.- Los Resultados Corresponden a la Muestra Ensayada</p> <p>2.- Prohibida su Reproduccion del Informe sin Plena Autorizacion de la Jefatura.</p>				
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		
Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO		Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing JUNIOR CARLOS ROTAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762		
Nombre:		Nombre:		
Fecha:		Fecha:		

**A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU**  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 21. Determinación de peso específico y absorción en agregados finos.

Nº 004004



# A&A TERRA LAB S.A.C.

	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>			A&A-OC-PR-034-01																																																														
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS ASTM C 128</b>			REVISIÓN: 01																																																														
				Página 01 de 01																																																														
<p><b>Proyecto :</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021</p> <p><b>Autores:</b> Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abrahan</p> <p><b>Ubicación:</b> Provincia Constitucional del Callao</p> <p><b>Fecha de Ensayo:</b> 04/10/2021</p>																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>I</th> <th colspan="2">DATOS.</th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td>Peso de la muestra saturada con superficie seca</td> <td>g.</td> <td>501,4</td> <td>501,2</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>Peso del agua + fiola</td> <td>g.</td> <td>650,4</td> <td>650,5</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>Peso del agua + fiola + muestra sss</td> <td>g.</td> <td>971,3</td> <td>971,5</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>Peso de la muestra seca al horno , 105°C.</td> <td>g.</td> <td>496,1</td> <td>496</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>Peso de la muestra saturada dentro del agua</td> <td>g.</td> <td>321</td> <td>321</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>II</th> <th colspan="3">RESULTADOS</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>PROMEDIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A.-</td> <td>Peso específico de masa</td> <td>g/cm3</td> <td>2,748</td> <td>2,754</td> <td>2,751</td> </tr> <tr> <td>B.-</td> <td>Peso específico de masa saturada superficialmente seco SSS</td> <td>g/cm3</td> <td>2,778</td> <td>2,781</td> <td>2,779</td> </tr> <tr> <td>C.-</td> <td>Peso específico aparente</td> <td>g/cm3</td> <td>2,831</td> <td>2,832</td> <td>2,832</td> </tr> <tr> <td>D.-</td> <td>Porcentaje de absorción</td> <td>%</td> <td>1,07</td> <td>1,01</td> <td>1,04</td> </tr> </tbody> </table>						I	DATOS.		A	B	1.-	Peso de la muestra saturada con superficie seca	g.	501,4	501,2	2.-	Peso del agua + fiola	g.	650,4	650,5	3.-	Peso del agua + fiola + muestra sss	g.	971,3	971,5	4.-	Peso de la muestra seca al horno , 105°C.	g.	496,1	496	5.-	Peso de la muestra saturada dentro del agua	g.	321	321	II	RESULTADOS			A	B	PROMEDIO	A.-	Peso específico de masa	g/cm3	2,748	2,754	2,751	B.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seco SSS	g/cm3	2,778	2,781	2,779	C.-	Peso específico aparente	g/cm3	2,831	2,832	2,832	D.-	Porcentaje de absorción	%	1,07	1,01	1,04
I	DATOS.		A	B																																																														
1.-	Peso de la muestra saturada con superficie seca	g.	501,4	501,2																																																														
2.-	Peso del agua + fiola	g.	650,4	650,5																																																														
3.-	Peso del agua + fiola + muestra sss	g.	971,3	971,5																																																														
4.-	Peso de la muestra seca al horno , 105°C.	g.	496,1	496																																																														
5.-	Peso de la muestra saturada dentro del agua	g.	321	321																																																														
II	RESULTADOS			A	B	PROMEDIO																																																												
A.-	Peso específico de masa	g/cm3	2,748	2,754	2,751																																																													
B.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seco SSS	g/cm3	2,778	2,781	2,779																																																													
C.-	Peso específico aparente	g/cm3	2,831	2,832	2,832																																																													
D.-	Porcentaje de absorción	%	1,07	1,01	1,04																																																													
<p>NOTA</p> <p>1.- Los Resultados Corresponden a la Muestra Ensayada</p> <p>2.- Prohibida su Reproduccion del Informe sin Plena Autorizacion de la Jefatura.</p>																																																																		
ELABORADO POR:			APROBADO POR:																																																															
Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO			Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762																																																															
Nombre:			Nombre:																																																															
Fecha:			Fecha:																																																															



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>A&amp;A Terra Lab</b> <small>Ingeniería &amp; Construcción</small>		<b>LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>	A&A-QC-PR-005-01			
		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO - ASTM C 136</b>	REVISIÓN: 02 Página 01 de 01			
PROYECTO:		Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021				
AUTORES:		Lujano Panca, Víctor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham				
UBICACIÓN:		Provincia Constitucional del Callao				
CANTERA:		SANTA CLARA				
		Fecha de ensayo: 04/10/2021				
<b>GRANULOMETRIA</b>						
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL 100 - (d)	ESPECIFICACIONES (HUSO)	
					ASTM C 33	
Nro.	mm					
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,500			100,0%	100%	100%
# 4	4,750	16,9	2,1%	2,1%	97,9%	95%
# 8	2,360	104,4	12,7%	14,8%	85,2%	80%
# 16	1,180	144,0	17,5%	32,3%	67,7%	50%
# 30	0,600	163,8	20,0%	52,3%	47,7%	25%
# 50	0,300	163,6	19,9%	72,2%	27,8%	5%
# 100	0,150	112,4	13,7%	85,9%	14,1%	0%
# 200	0,075	49,5	6,0%	91,9%	8,1%	0%
FONDO		66,2	8,1%	100,0%	0,0%	
TOTAL	(a)	820,8		MODULO FINEZA	2,60	

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
MODULO DE FINEZA	2,60
TAMAÑO MÁXIMO	3/8"
(D) peso de tara (g) :	0,0
(B) peso de muestra original húmeda(g):	550,4
(C) peso de muestra seca (g) :	543,2
% HUMEDAD	1,33%
[(B-D)-(C-D)] / (C-D) * 100	
(E) peso de muestra seca (g) :	820,4
(F) peso de muestra después de lavado seco	754,2
%PASANTE DE M # 200	8,1%
[(E-F)/E] * 100	

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción total o parcial sin plena autorización de la jefatura

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma:  <div style="text-align: center;">   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b>                      ALDO MORALES A.                      RESPONSABLE TÉCNICO                 </div>	Firma:  <div style="text-align: center;">   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b>                      Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN                      JEFE DE LABORATORIO                      CIP 149762                 </div>
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:



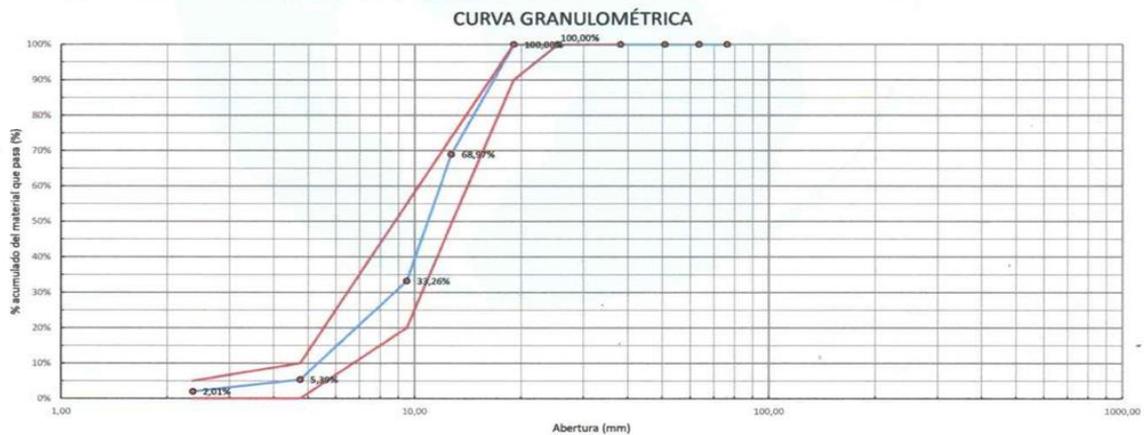
# A&A TERRA LAB S.A.C.

	<b>LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</b>	A&A-QC-PR-005-02
		REVISIÓN: 02
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESO PARA CONCRETO - ASTM C 136</b>	Página
		01 de 01

<b>PROYECTO:</b>	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021	
<b>AUTORES:</b>	Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham	
<b>UBICACIÓN:</b>	Provincia Constitucional del Callao	
<b>CANTERA:</b>	SANTA CLARA	Fecha de ensayo: 04/10/2021

GRANULOMETRIA						
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	ESPECIFICACIONES (HUSO)	
					ASTM C 33	HUSO 67
Nro.	mm					
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400			100,0%	100,00%	100,00%
3/4"	19,050	0,0%	0,0%	100,0%	90,00%	100,00%
1/2"	12,700	1544,0	31,0%	69,0%		
3/8"	9,500	1777,0	35,7%	66,7%	33,3%	20,00%
# 4	4,750	1387,0	27,9%	94,6%	5,4%	0,00%
# 8	2,360	168,0	3,4%	98,0%	2,0%	0,00%
# 16	1,180					
# 30	0,600					
# 50	0,300					
# 100	0,150					
# 200	0,075					
FONDO	100,0	2,0%	100,0%	0,0%		
TOTAL	(a)	4976,0		MODULO FINEZA	6,51	

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MODULO DE FINEZA	6,51
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
(D) peso de tara (g) :	0,0
(B) peso de muestra original húmeda(g):	5000,0
(C) peso de muestra seca(g) :	4991,0
% HUMEDAD	0,18%
[(B-D)/(C-D)]/(C-D)*100	
(E) peso de muestra seca (g) :	4991,0
(F) peso de muestra después de lavado seco	4976,0
%PASANTE DE M # 200	0,3%
[E-F]/E * 100	



**OBSERVACIONES:**

Prohibida la reproducción total o parcial sin plena autorización de la jefatura

<p style="text-align: center;"><b>ELABORADO POR:</b></p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;"><b>ALDO MORALES A.</b> RESPONSABLE TÉCNICO</p>	<p style="text-align: center;"><b>APROBADO POR:</b></p> <p>Firma: </p> <p style="text-align: center;"><b>Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN</b> JEFE DE LABORATORIO CIP 149762</p>
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com



# A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		A&A-QC-PR-002-02
	EVALUACIÓN, ESTUDIO Y DESARROLLO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO		Revisión 01
			Página 1 de 1
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021		
AUTOR:	Lujano Panca, Víctor Nicolás		
AUTOR:	Torres Aldazabal, Abrahan		
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	Provincia Constitucional del Callao		
<b>1 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
1,1	Resistencia del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	210 Kg/ cm <sup>2</sup>	OBSERVACIONES
1,2	Temperature del concreto	21.5° C	
1,3	Temperatura del ambiente	20,2° C	
1,4	Slump (pulg.)	4 3/4"	
1,7	% de aire en la mezcla	--	
<b>2 PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO</b>			
2,1	Peso de molde + muestra	19978 Kg.	OBSERVACIONES
2,2	Peso Unitario	2359 Kg/m <sup>3</sup>	
Comentarios / Observaciones:			
ELABORADO POR:		APROBADO POR:	
Firma:		Firma:	
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762	
Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:	

Anexo 25. Diseño teórico de concreto

Nº 004188



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						A&A-CC-PR-002-03		
		DISEÑO TEÓRICO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI)						REVISION 01		
								Página 1 de 1		
Proyecto :	Adición del grafo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021									
Autores:	Lujano Panca, Victor Nicolás									
	Torres Aldazabal, Abraham									
Ubicación de Proyecto:	Provincia Constitucional del Callao									
Fecha de Emisión:	05/10/2021									
Codigo de Diseño	A&A	Resistencia Nominal kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Tipo	Huso	Aditivo Tipo	Slump Vaciado (Pulg)	Nº Diseño Prueba			
		210	SOL I	67	---	3-4	1			
I.- DATOS DEL AGREGADO GRUESO		Cantera:	SANTA CLARA							
01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg.								
02.- Peso unitario suelto seco	1540	kg/m <sup>3</sup>								
03.- Peso unitario compactado seco	1650	kg/m <sup>3</sup>								
04.- Peso específico de masa seco	2726	kg/m <sup>3</sup>								
05.- Contenido de humedad	0,29	%								
06.- Contenido de absorción	0,82	%								
II.- DATOS DEL AGREGADO FINO		Cantera:	SANTA CLARA							
01.- Peso unitario suelto seco	1520	kg/m <sup>3</sup>								
02.- Peso unitario compactado seco	1700	kg/m <sup>3</sup>								
04.- Peso específico de masa seco	2751	kg/m <sup>3</sup>								
05.- Contenido de humedad	1,33	%								
05.- Contenido de absorción	1,04	%								
06.- Módulo de fineza	2,60									
III.- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO										
01.- Resistencia especificada	f <sub>c</sub>	210	kg/cm <sup>2</sup>							
02.- Resistencia requerida	f <sub>cr</sub>	294	kg/cm <sup>2</sup>							
03.- Contenido de aire atrapado		2	%							
04.- Relación agua cemento		0,558	R a/c							
05.- Asentamiento		4	Pulg.							
06.- Volumen unitario de agua		202	lit/m <sup>3</sup>							
07.- Volumen del agregado grueso		0,620	m <sup>3</sup>							
08.- Peso específico del cemento		2900	kg/cm <sup>3</sup>							
IV.- CALCULOS DE VOLUMENES ABSOLUTOS.					V.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA.					
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>	0,125	m <sup>3</sup>	d) Agregado fino	775	-2,22	lit/m <sup>3</sup>		
b) Agua	202	lit/m <sup>3</sup>	0,202	m <sup>3</sup>	e) Agregado grueso	1026	5,42	lit/m <sup>3</sup>		
c) Aire	2	%	0,02	m <sup>3</sup>				3,20	lit/m <sup>3</sup>	
d) Agregado fino	764,5	kg/m <sup>3</sup>	0,278	m <sup>3</sup>						
e) Agregado grueso	1023,0	kg/m <sup>3</sup>	0,375	m <sup>3</sup>						
	2353,5		1,000	m <sup>3</sup>						
VI.- RESULTADOS FINAL DE DISEÑO (Húmedo).			VII.- TANDAS DE ENSAYO			VIII.- RELACIONES				
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>	0,0500	18,100	kg	1,0000	362,01	kg	F/Cemento	8,5 Bolsas
b) Agua	205	lit/m <sup>3</sup>		10,260	lit		205,20	lit	R a/c	0,558 Diseño
c) Agregado fino	775	kg/m <sup>3</sup>		38,733	kg		774,86	kg	R a/c	0,567 Obra
d) Agregado grueso	1026	kg/m <sup>3</sup>		51,298	kg		1025,97	kg	Agregado fino	43 %
	2367,84	kg/m <sup>3</sup>		118,392	kg		2367,84	kg	Agregado grueso	57 %
VIII.- DOSIFICACIÓN (Material con humedad natural)										
Tipo	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua						
En peso (1 bolsa de Cemento):	1,00	2,14	2,83	24,1						
En volumen (bolsa de 1 pie3):	1,00	2,11	2,76	24,1						
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					
Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO					Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762					
Nombre:					Nombre:					
Fecha:					Fecha:					

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILÇA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						A&A-CC-PR-002-03		
DISEÑO TEÓRICO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI)								REVISION 01		
								Página 1 de 1		
Proyecto :	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021									
Autores:	Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham									
Ubicación de Proyecto:	Provincia Constitucional del Callao									
Fecha de Emisión:	05/10/2021									
Codigo de Diseño	A&A	Resistencia Nominal kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Tipo		Huso	Aditivo Tipo	Slump Vaciado (Pulg)	Nº Diseño Prueba		
		210	SOL	I	67	—	3-4	1		
I.- DATOS DEL AGREGADO GRUESO			Cantera:	SANTA CLARA						
01.- Tamaño máximo nominal			3/4 "	pulg.						
02.- Peso unitario suelto seco	1540		kg/m <sup>3</sup>							
03.- Peso unitario compactado seco	1650		kg/m <sup>3</sup>							
04.- Peso específico de masa seco	2726		kg/m <sup>3</sup>							
05.- Contenido de humedad	0,29		%							
06.- Contenido de absorción	0,82		%							
II.- DATOS DEL AGREGADO FINO			Cantera:	SANTA CLARA						
01.- Peso unitario suelto seco	1520		kg/m <sup>3</sup>							
02.- Peso unitario compactado seco	1700		kg/m <sup>3</sup>							
04.- Peso específico de masa seco	2751		kg/m <sup>3</sup>							
05.- Contenido de humedad	1,33		%							
05.- Contenido de absorción	1,04		%							
06.- Módulo de finiza	2,60									
III.- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO										
01.- Resistencia especificada	f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>								
02.- Resistencia requerida	f'cr	294 kg/cm <sup>2</sup>								
03.- Contenido de aire atrapado		2 %								
04.- Relación agua cemento		0,558 R a/c								
05.- Asentamiento		4 Pulg.								
06.- Volumen unitario de agua		202 Lt/m <sup>3</sup>								
07.- Volumen del agregado grueso		0,620 m <sup>3</sup>								
08.- Peso específico del cemento		2900 kg/cm <sup>3</sup>								
09.- Aditivo Grafeno		0,09 %								
10.- Densidad aparente de aditivo Grafeno		1,20 gr/cm <sup>3</sup>								
IV.- CALCULOS DE VOLUMENES ABSOLUTOS.					V.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA.					
a) Cemento	362 kg/m <sup>3</sup>	0,125	m <sup>3</sup>		d) Agregado fino	775	-2,22	lt/m <sup>3</sup>		
b) Agua	202 lt/m <sup>3</sup>	0,202	m <sup>3</sup>		e) Agregado grueso	1026	5,42	lt/m <sup>3</sup>		
c) Aire	2 %	0,02	m <sup>3</sup>				3,20	lt/m <sup>3</sup>		
d) Agregado fino	764,5 kg/m <sup>3</sup>	0,278	m <sup>3</sup>							
e) Agregado grueso	1023,0 kg/m <sup>3</sup>	0,375	m <sup>3</sup>							
	2353,5	1,000	m <sup>3</sup>							
VI.- RESULTADOS FINAL DE DISEÑO (Húmedo).			VII.- TANDAS DE ENSAYO			VII.- RELACIONES				
			0,0500	1,0000		F/Cemento	8,5 Bolsas			
a) Cemento	362 kg/m <sup>3</sup>	18,100	kg		362,01	R a/c	0,558 Diseño			
b) Agua	205 lt/m <sup>3</sup>	10,260	lt		205,20	R a/c	0,567 Obra			
c) Agregado fino	775 kg/m <sup>3</sup>	38,733	kg		774,66	Agregado fino	43 %			
d) Agregado grueso	1026 kg/m <sup>3</sup>	51,298	kg		1025,97	Agregado grueso	57 %			
e) Grafeno	0,272 kg/m <sup>3</sup>	118,392	kg		2367,84	Grafeno	0,272 kg/m <sup>3</sup>			
		0,0136	kg							
VIII.- DOSIFICACIÓN (Material con humedad natural)										
Tipo	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Grafeno					
En peso (1 bolsa de Cemento):	1,00	2,14	2,83	24,1	0,032					
En volumen (bolsa de 1 pie <sup>3</sup> ):	1,00	2,11	2,76	24,1	0,032					
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					
Firma:					Firma:					
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO					 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762					
Nombre:					Nombre:					
Fecha:					Fecha:					

Anexo 27. Análisis de diseño de mezcla.

Nº 004193



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						A&A-QC-PR-002-03			
		DISEÑO TEÓRICO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI)						REVISION 01			
								Página 1 de 1			
Proyecto :	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021										
Autores:	Lujano Panca, Victor Nicolás										
	Torres Aldazabal, Abraham										
Ubicación de Proyecto:	Provincia Constitucional del Callao										
Fecha de Emisión:	05/10/2021										
Codigo de Diseño	A&A	Resistencia Nominal kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Tipo		Huso	Aditivo Tipo	Slump Vaciado (Pulg)	Nº Diseño Prueba			
		210	SOL	I	67	---	3-4	1			
I.- DATOS DEL AGREGADO GRUESO			Cantera: SANTA CLARA			II.- DATOS DEL AGREGADO FINO			Cantera: SANTA CLARA		
01.- Tamaño máximo nominal	34 *	pulg	01.- Peso unitario suelto seco	1520	kg/m <sup>3</sup>	02.- Peso unitario compactado seco	1700	kg/m <sup>3</sup>	04.- Peso específico de masa seco	2751	kg/m <sup>3</sup>
02.- Peso unitario suelto seco	1540	kg/m <sup>3</sup>	03.- Peso unitario compactado seco	1650	kg/m <sup>3</sup>	05.- Contenido de humedad	1,33	%	05.- Contenido de absorción	1,04	%
03.- Peso unitario compactado seco	1650	kg/m <sup>3</sup>	04.- Peso específico de masa seco	2726	kg/m <sup>3</sup>	06.- Módulo de finiza	2,60				
04.- Peso específico de masa seco	2726	kg/m <sup>3</sup>	05.- Contenido de humedad	0,29	%						
05.- Contenido de humedad	0,29	%	06.- Contenido de absorción	0,82	%						
06.- Contenido de absorción	0,82	%									
III.- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO											
01.- Resistencia especificada	f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>								
02.- Resistencia requerida	f'cr	294	kg/cm <sup>2</sup>								
03.- Contenido de aire atrapado		2	%								
04.- Relación agua cemento		0,558	R a/c								
05.- Asentamiento		4	Pulg.								
06.- Volumen unitario de agua		202	Lt/m <sup>3</sup>								
07.- Volumen del agregado grueso		0,620	m <sup>3</sup>								
08.- Peso específico del cemento		2900	kg/cm <sup>3</sup>								
09.- Aditivo Grafeno		0,13	%								
10.- Densidad aparente de aditivo Grafeno		1,20	gr/cm <sup>3</sup>								
IV.- CALCULOS DE VOLUMENES ABSOLUTOS.						V.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA.					
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>	0,125	m <sup>3</sup>		d) Agregado fino	775	-2,22	lt/m <sup>3</sup>		
b) Agua	202	lt/m <sup>3</sup>	0,202	m <sup>3</sup>		e) Agregado grueso	1026	5,42	lt/m <sup>3</sup>		
c) Aire	2	%	0,02	m <sup>3</sup>				3,20	lt/m <sup>3</sup>		
d) Agregado fino	764,5	kg/m <sup>3</sup>	0,278	m <sup>3</sup>							
e) Agregado grueso	1023,0	kg/m <sup>3</sup>	0,375	m <sup>3</sup>							
	2353,5		1,000	m <sup>3</sup>							
VI.- RESULTADOS FINAL DE DISEÑO (Húmedo).				VII.- TANDAS DE ENSAYO				VII.- RELACIONES			
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>		0,0500		1,0000		F/Cemento	8,5	Bolsas	
b) Agua	205	lt/m <sup>3</sup>		18,100	kg	362,01	kg	R a/c	0,558	Diseño	
c) Agregado fino	775	kg/m <sup>3</sup>		10,260	lt	205,20	lt	R a/c	0,567	Obra	
d) Agregado grueso	1026	kg/m <sup>3</sup>		38,733	kg	774,66	kg	Agregado fino	43	%	
e) Grafeno	0,392	kg/m <sup>3</sup>		51,298	kg	1025,97	kg	Agregado grueso	57	%	
	2367,84	kg/m <sup>3</sup>		118,392	kg	2367,84	kg	Grafeno	0,392	kg/m <sup>3</sup>	
	0,392	kg/m <sup>3</sup>		0,0196	kg						
VIII.- DOSIFICACIÓN (Material con humedad natural)											
Tipo	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Grafeno						
En peso (1 bolsa de Cemento):	1,00	2,14	2,83	24,1	0,046						
En volumen (bolsa de 1 pie <sup>3</sup> ):	1,00	2,11	2,76	24,1	0,046						
ELABORADO POR:						APROBADO POR:					
Firma:						Firma:					
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO						 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762					
Nombre:						Nombre:					
Fecha:						Fecha:					

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com

Anexo 28. Análisis de diseño de mezcla

Nº 004191



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						AAA-QC-PR-002-03
		DISEÑO TEÓRICO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI)						REVISION 01
								Página 1 de 1
Proyecto :	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021							
Autores:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Torres Aldazabal, Abraham							
Ubicación de Proyecto:	Provincia Constitucional del Callao							
Fecha de Emisión:	05/10/2021							
Código de Diseño	A&A	Resistencia Nominal kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Tipo		Huso	Aditivo Tipo	Slump Vaciado (Pulg)	Nº Diseño Prueba
		210	SOL	I	67	---	3-4	1
I.- DATOS DEL AGREGADO GRUESO				II.- DATOS DEL AGREGADO FINO				
		Cantera:	SANTA CLARA				Cantera:	SANTA CLARA
01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg.					01.- Peso unitario suelto seco	1520 kg/m <sup>3</sup>
02.- Peso unitario suelto seco	1540	kg/m <sup>3</sup>					02.- Peso unitario compactado seco	1700 kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso unitario compactado seco	1650	kg/m <sup>3</sup>					04.- Peso específico de masa seco	2751 kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso específico de masa seco	2726	kg/m <sup>3</sup>					05.- Contenido de humedad	1,33 %
05.- Contenido de humedad	0,29	%					05.- Contenido de absorción	1,04 %
06.- Contenido de absorción	0,82	%					06.- Módulo de fineza	2,60
III.- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO								
01.- Resistencia especificada	f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>					
02.- Resistencia requerida	f'cr	294	kg/cm <sup>2</sup>					
03.- Contenido de aire atrapado		2	%					
04.- Relación agua cemento		0,558	R a/c					
05.- Asentamiento		4	Pulg.					
06.- Volumen unitario de agua		202	L/m <sup>3</sup>					
07.- Volumen del agregado grueso		0,620	m <sup>3</sup>					
08.- Peso específico del cemento		2900	kg/cm <sup>3</sup>					
09.- Aditivo Grafeno		0,15	%					
10.- Densidad aparente de aditivo Grafeno		1,20	gr/cm <sup>3</sup>					
IV.- CALCULOS DE VOLUMENES ABSOLUTOS.				V.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA.				
a) Cemento	362 kg/m <sup>3</sup>	0,125	m <sup>3</sup>	d) Agregado fino	775	-2,22	lt/m <sup>3</sup>	
b) Agua	202 lt/m <sup>3</sup>	0,202	m <sup>3</sup>	e) Agregado grueso	1026	5,42	lt/m <sup>3</sup>	
c) Aire	2 %	0,02	m <sup>3</sup>			3,20	lt/m <sup>3</sup>	
d) Agregado fino	764,5 kg/m <sup>3</sup>	0,278	m <sup>3</sup>					
e) Agregado grueso	1023,0 kg/m <sup>3</sup>	0,375	m <sup>3</sup>					
	2353,5	1,000	m <sup>3</sup>					
VI.- RESULTADOS FINAL DE DISEÑO (Húmedo).				VII.- TANDAS DE ENSAYO		VIII.- RELACIONES		
		0,0500	1,0000					
a) Cemento	362 kg/m <sup>3</sup>	18,100	kg	362,01	kg	F/Cemento	8,5 Bolsas	
b) Agua	205 lt/m <sup>3</sup>	10,260	lt	205,20	lt	R a/c	0,558 Diseño	
c) Agregado fino	775 kg/m <sup>3</sup>	38,733	kg	774,66	kg	R a/c	0,567 Obra	
d) Agregado grueso	1026 kg/m <sup>3</sup>	51,296	kg	1025,97	kg	Agregado fino	43 %	
e) Grafeno	0,453 kg/m <sup>3</sup>	118,392	kg	2367,84	kg	Agregado grueso	57 %	
		0,0226	kg			Grafeno	0,453 kg/m <sup>3</sup>	
VIII.- DOSIFICACIÓN (Material con humedad natural)								
Tipo	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Grafeno			
En peso (1 bolsa de Cemento):	1,00	2,14	2,83	24,1	0,053			
En volumen (bolsa de 1 pie3):	1,00	2,11	2,76	24,1	0,053			
ELABORADO POR:				APROBADO POR:				
Firma:				Firma:				
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO				 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762				
Nombre:				Nombre:				
Fecha:				Fecha:				

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						AAA-QC-PR-002-03		
		DISEÑO TEÓRICO DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI)						REVISION 01		
								Página 1 de 1		
Proyecto :	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021									
Autores:	Lujano Panca, Victor Nicolás									
	Torres Aldazabal, Abraham									
Ubicación de Proyecto:	Provincia Constitucional del Callao									
Fecha de Emisión:	05/10/2021									
Codigo de Diseño	A&A	Resistencia Nominal kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Tipo		Huso	Aditivo Tipo	Slump Vaciado (Pulg)	N° Diseño Prueba		
		210	SOL	I	67	---	3-4	1		
I.- DATOS DEL AGREGADO GRUESO			Cantera:	SANTA CLARA		II.- DATOS DEL AGREGADO FINO			Cantera:	SANTA CLARA
01.- Tamaño máximo nominal		3/4"	pulg.	01.- Peso unitario suelto seco			1520	kg/m <sup>3</sup>		
02.- Peso unitario suelto seco		1540	kg/m <sup>3</sup>	02.- Peso unitario compactado seco			1700	kg/m <sup>3</sup>		
03.- Peso unitario compactado seco		1650	kg/m <sup>3</sup>	04.- Peso específico de masa seco			2751	kg/m <sup>3</sup>		
04.- Peso específico de masa seco		2726	kg/m <sup>3</sup>	05.- Contenido de humedad			1,33	%		
05.- Contenido de humedad		0,29	%	05.- Contenido de absorción			1,04	%		
06.- Contenido de absorción		0,82	%	06.- Módulo de fineza			2,60			
III.- ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO										
01.- Resistencia especificada	f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>							
02.- Resistencia requerida	f'cr	294	kg/cm <sup>2</sup>							
03.- Contenido de aire atrapado		2	%							
04.- Relación agua cemento		0,558	R a/c							
05.- Asentamiento		4	Pulg.							
06.- Volumen unitario de agua		202	lit/m <sup>3</sup>							
07.- Volumen del agregado grueso		0,620	m <sup>3</sup>							
08.- Peso específico del cemento		2900	kg/cm <sup>3</sup>							
09.- Aditivo Grafeno		0,19	%							
10.- Densidad aparente de aditivo Grafeno		1,20	gr/cm <sup>3</sup>							
IV.- CALCULOS DE VOLUMENES ABSOLUTOS.					V.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y APORTE DE AGUA.					
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>	0,125	m <sup>3</sup>	d) Agregado fino	775	-2,22	lit/m <sup>3</sup>		
b) Agua	202	lit/m <sup>3</sup>	0,202	m <sup>3</sup>	e) Agregado grueso	1026	5,42	lit/m <sup>3</sup>		
c) Aire	2	%	0,02	m <sup>3</sup>			3,20	lit/m <sup>3</sup>		
d) Agregado fino	764,5	kg/m <sup>3</sup>	0,278	m <sup>3</sup>						
e) Agregado grueso	1023,0	kg/m <sup>3</sup>	0,375	m <sup>3</sup>						
	2353,5		1,000	m <sup>3</sup>						
VI.- RESULTADOS FINAL DE DISEÑO (Húmedo).				VII.- TANDAS DE ENSAYO				VII.- RELACIONES		
				0,0500	1,0000					
a) Cemento	362	kg/m <sup>3</sup>	18,100	kg	362,01	kg	F/Cemento	8,5 Bolsas		
b) Agua	205	lit/m <sup>3</sup>	10,260	lit	205,20	lit	R a/c	0,558 Diseño		
c) Agregado fino	775	kg/m <sup>3</sup>	38,733	kg	774,66	kg	R a/c	0,567 Obra		
d) Agregado grueso	1026	kg/m <sup>3</sup>	51,298	kg	1025,97	kg	Agregado fino	43 %		
	2367,84	kg/m <sup>3</sup>	118,392	kg	2367,84	kg	Agregado grueso	57 %		
e) Grafeno	0,573	kg/m <sup>3</sup>	0,0287	kg			Grafeno	0,573 kg/m <sup>3</sup>		
VIII.- DOSIFICACIÓN (Material con humedad natural)										
Tipo	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Grafeno					
En peso (1 bolsa de Cemento):	1,00	2,14	2,83	24,1	0,067					
En volumen (bolsa de 1 pie <sup>3</sup> ):	1,00	2,11	2,76	24,1	0,067					
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					
Firma:					Firma:					
 <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A RESPONSABLE TÉCNICO					 <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762					
Nombre:					Nombre:					
Fecha:					Fecha:					



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<p><b>A&amp;A Terra Lab</b> Ingeniería y Construcción</p>	<p><b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b></p> <p>NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</p>	<p>A&amp;A-CC-PR-014-01</p> <p>REVISIÓN: 01</p> <p>Página 1 de 1</p>																																																																																									
<p><b>PROYECTO:</b> Adición del grafo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Callao - 2021</p> <p><b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paaca, Víctor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao</p> <p><b>UBICACIÓN:</b></p>																																																																																											
<p><b>REGISTRO:</b></p> <p>FECHA: 12/11/2021</p>																																																																																											
<p><b>2.- PERSONAL</b></p> <p>HECHO POR: Joss Ramos OPERADOR: -</p>																																																																																											
<p><b>1.- MUESTRA</b></p> <p>DESCRIPCIÓN: DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG CM2 (CONCRETO PATRON)</p> <p>MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"</p>																																																																																											
<p><b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N°</th> <th rowspan="2">CÓDIGO DE PROBETA</th> <th rowspan="2">FECHA DE MUESTREO</th> <th rowspan="2">ESTRUCTURA</th> <th rowspan="2">F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">% AIRE</th> <th rowspan="2">PESO (g)</th> <th rowspan="2">SLUMP (pulg)</th> <th rowspan="2">Ø<sub>prom</sub> (mm)</th> <th rowspan="2">H<sub>prom</sub> (mm)</th> <th rowspan="2">ÁREA (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">VOL. (m<sup>3</sup>)</th> <th rowspan="2">DENS. (kg/m<sup>3</sup>)</th> <th colspan="3">ENSAYO ROTURA</th> <th colspan="2">PROMEDIO</th> <th rowspan="2">TIPO</th> <th rowspan="2">IN SITU</th> </tr> <tr> <th>Fecha rotura</th> <th>EDAD</th> <th>LECT. (kg)</th> <th>f<sub>c</sub> %</th> <th>f<sub>c</sub> %</th> <th>FALLA</th> <th>ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>05-10-21</td> <td></td> <td>(CONCRETO PATRON)</td> <td>210</td> <td></td> <td>12.560</td> <td></td> <td>151,20</td> <td>300,3</td> <td>179,55</td> <td>0,00539</td> <td>2.329</td> <td>12/10/21</td> <td>7</td> <td>29.500</td> <td>164</td> <td>78,2</td> <td></td> <td>1</td> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.484</td> <td></td> <td>151,00</td> <td>300,3</td> <td>179,08</td> <td>0,00538</td> <td>2.321</td> <td>12/10/21</td> <td>7</td> <td>28.900</td> <td>161</td> <td>76,8</td> <td>164,8</td> <td>78,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.526</td> <td></td> <td>150,00</td> <td>300,4</td> <td>176,71</td> <td>0,00531</td> <td>2.360</td> <td>12/10/21</td> <td>7</td> <td>29.800</td> <td>169</td> <td>80,3</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> (mm)	H <sub>prom</sub> (mm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> )	DENS. (kg/m <sup>3</sup> )	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		TIPO	IN SITU	Fecha rotura	EDAD	LECT. (kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	FALLA	ENSAYO	1	05-10-21		(CONCRETO PATRON)	210		12.560		151,20	300,3	179,55	0,00539	2.329	12/10/21	7	29.500	164	78,2		1	LABORATORIO							12.484		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.321	12/10/21	7	28.900	161	76,8	164,8	78,5	2							12.526		150,00	300,4	176,71	0,00531	2.360	12/10/21	7	29.800	169	80,3		2
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO														ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)			Ø <sub>prom</sub> (mm)	H <sub>prom</sub> (mm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> )	DENS. (kg/m <sup>3</sup> )	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		TIPO	IN SITU																																																									
			Fecha rotura	EDAD	LECT. (kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	FALLA	ENSAYO																																																																																		
1	05-10-21		(CONCRETO PATRON)	210		12.560		151,20	300,3	179,55	0,00539	2.329	12/10/21	7	29.500	164	78,2		1	LABORATORIO																																																																							
						12.484		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.321	12/10/21	7	28.900	161	76,8	164,8	78,5		2																																																																						
						12.526		150,00	300,4	176,71	0,00531	2.360	12/10/21	7	29.800	169	80,3		2																																																																								
<p><b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b></p>																																																																																											
<p><b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b></p> <p>TIPO DE ROTURA</p> <p>TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.          TIPO 2: Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base.          TIPO 3: Grietas verticales colaterales en ambas bases, como no bien formados.          TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferenciar del tipo 1.          TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de emboñado.          TIPO 6: Similar al tipo 3, pero el terminal del cilindro es acortado.</p>																																																																																											
<p><b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>EQ. PRENSA CONCRETO</td> <td>VERNIER</td> <td>BALANZA</td> </tr> <tr> <td>ID. P.C. 100000</td> <td>V001</td> <td>B001</td> </tr> </table>			EQ. PRENSA CONCRETO	VERNIER	BALANZA	ID. P.C. 100000	V001	B001																																																																																			
EQ. PRENSA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																																																																																									
ID. P.C. 100000	V001	B001																																																																																									
<p><b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b></p> <p>TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO</p>																																																																																											
<p><b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b></p>																																																																																											
<p><b>ELABORADO POR:</b></p> <p><b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p>																																																																																											
<p><b>APROBADO POR:</b></p> <p><b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ING. JUNIOR CARLOS RAMOS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP. 149763</p>																																																																																											
<p>Nombre:</p>																																																																																											
<p>Firma:</p>																																																																																											
<p>Fecha:</p>																																																																																											



# A&A TERRA LAB S.A.C.

		<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b> NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-QC-PR-014-01 REVISION: 01 Pagina 1 de 1																
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021 <b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paaca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao		<b>REGISTRO:</b> FECHA: 12/11/2021																		
<b>1.- MUESTRA</b> DESCRIPCION: DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG/CM2 (CONCRETO PATRON) MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"		<b>2.- PERSONAL</b> HECHO POR: Jers Ramos OPERADOR: -																		
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																				
Nº	MUESTRO DE PROBETA		ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		TIPO	IN SITU											
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO	ESTRUCTURA	F/C (kg/cm2)	% AIRE	PESO (E)	SI LUMP (pulg)			O <sub>1-100</sub> mm	H <sub>1-100</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	Fecha rotura	EDAD LECT. (días)	f <sub>c</sub>	%	f <sub>c</sub>	%
1		05-10-21	(CONCRETO PATRON)	210		12.567	-	150,00	300,3	176,71	0,00531	2.368	19/10/21	14	33.300	188	89,7			
						12.575		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.338	19/10/21	14	33.200	185	88,3	187,5	89,3	
						12.644		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.351	19/10/21	14	33.800	189	89,9			
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>																				
TIPO DE ROTURA:																				
TIPO 1: Concreto raramente bien formado, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formadas. TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embozado. TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.																				
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																				
EQ. ID	PRENSA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																	
	P.C. 100000	V001	B001																	
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>																				
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																				
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																				
<b>ELABORADO POR:</b> Nombre: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		<b>APROBADO POR:</b> Nombre: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS TORRES VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762																		
Firma: Fecha:		Firma: Fecha:																		



# A&A TERRA LAB S.A.C.

		<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>										A&A-OC-PR-01(4-01) REVISIÓN: 01 Página 1 de 1									
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafito para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2, Callao - 2021												<b>REGISTRO:</b>									
<b>SOLICITANTES:</b> Lujano Parica, Victor Nicola Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao												<b>FECHA:</b> 12/11/2021									
<b>UBICACIÓN:</b>												<b>2.- PERSONAL</b> HECHO POR: Jora Ramos OPERADOR: -									
<b>1.- MUESTRA</b> DESCRIPCIÓN: DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG./CM2. (CONCRETO PATRON) MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"												LADO : PROFUND:									
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>												<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>									
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>mm</sub>	H <sub>mm</sub>	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO	TIPO	IN SITU				
													EDAD	LECT. (kg)				f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %		
1	-	05-10-21	(CONCRETO PATRON)	210	X	12.544	-	150,00	300,3	176,71	0,00631	2.364	02/11/21	28	37.300	211	100,5	2	LABORATORIO		
						12.622		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.347	02/11/21	28	37.600	210	100,0	210,7		100,3	1
						12.631		151,00	300,2	179,08	0,00538	2.350	02/11/21	28	37.800	211	100,5			2	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>												TIPO 1: Como usualmente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definidas en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales colimadas en ambas bases, como no bien formados. TIPO 4: Grietas diagonales en grietas en las bases. Colpear con martillos para diferenciar de tipo 1. TIPO 5: Fractura de lado en la base (superior o inferior) ocurren comúnmente con la capa de embudo. TIPO 6: Similar al tipo 3 pero el terminal del cilindro es acamado.									
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>												DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA									
EQ. PRESNA CONCRETO VERNIER BALANZA ID P.C. 100000 V001 B001																					
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>																					
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																					
<b>ELABORADO POR:</b>												<b>APROBADO POR:</b>									
Nombre:												Nombre: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROSAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149262									
Firma:												Firma:									
Fecha:												Fecha:									



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-QC-PR-014-01																								
<b>NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</b>		REVISIÓN: 01																								
Página 1 de 1																										
<p><b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021</p> <p><b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paeza, Victor Nicolás</p> <p><b>UBICACIÓN:</b> Torres Aldazabal, Arehuán Provincia constitucional del Callao</p>																										
<b>2.- PERSONAL</b>																										
<p><b>REGISTRO:</b></p> <p>HECHO POR: Jora Ramos</p> <p>OPERADOR: -</p>		FECHA: 12/11/2021																								
<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>																										
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>ppm</sub> mm	H <sub>ppm</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO	TIPO	IN SITU								
													Fecha rotura	LECT. 1(kg)	f <sub>c</sub> %				f <sub>c</sub> %	FALLA	ENSAYO					
1	-	05-10-21	(Adición grafeno 0.09%)	210	X	12.455	-	150,00	300,3	176,71	0,00531	2.366	12/10/21	7	30.900	175	83,3		2	LABORATORIO						
						12.463		150,00	300,3	176,71	0,00531	2.349	12/10/21	7	30.800	174	83,0	175,8	83,7	2						
						12.520		150,00	300,4	176,71	0,00531	2.358	12/10/21	7	31.500	178	84,9			2						
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>			<p>TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.</p> <p>TIPO 2: Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, conos no bien definidos en la otra base.</p> <p>TIPO 3: Gomas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.</p> <p>TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferenciar del tipo 1.</p> <p>TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior e inferior) (ocurren comúnmente con las capas de emboñado).</p> <p>TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado.</p>																							
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>EQ. ID</th> <th>PRESA CONCRETO</th> <th>VERNIER</th> <th>BALANZA</th> </tr> <tr> <td></td> <td>P.C. 100000</td> <td>V001</td> <td>B001</td> </tr> </table>																EQ. ID	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA		P.C. 100000	V001	B001
EQ. ID	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																							
	P.C. 100000	V001	B001																							
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>			TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																							
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																										
<b>ELABORADO POR:</b>			<p><b>ALDO MORALES A.</b> RESPONSABLE TÉCNICO</p>																							
<b>APROBADO POR:</b>			<p><b>Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN</b> JEFE DE LABORATORIO CIP 149762</p>																							
Nombre:			Nombre:																							
Firma:			Firma:																							
Fecha:			Fecha:																							



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-OC-PR-014-01																			
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		REVISION: 01																			
REGISTRO:		Página 1 de 1																			
PROYECTO: Adición del gafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021 SOLICITANTES: Lujano Páez, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham UBICACIÓN: Provincia constitucional del Callao		FECHA: 12/11/2021																			
<b>2.- PERSONAL</b>																					
HECHO POR: Joss Ramos																					
OPERADOR: -																					
<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>																					
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (mm)	Ø <sub>pm</sub> (mm)	H <sub>pm</sub> (mm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	VOL (m <sup>3</sup> )	DENS. (kg/m <sup>3</sup> )	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO	TIPO	IN SITU				
													EDAD	LECT. f <sub>c</sub>				f <sub>c</sub>	%	FALLA	ENSAYO
1	-	05-10-21	(Adición gafeno 0.09%)	210		12.578		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.339	19/10/21	14	35.700	199	94,9	2			
						12.504		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.325	19/10/21	14	35.200	197	93,6	197,9	94,2	2	
						12.516		151,00	300,2	179,08	0,00538	2.328	19/10/21	14	35.400	198	94,1			2	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>																					
TIPO 1: Como razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formados. TIPO 4: Fractura diagonal en grietas en las bases. Colapar con marfillos para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de emboñado. TIPO 6: Similar al tipo 5, pero el terminal del cilindro es acenado.																					
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																					
EQ. PRESNA CONCRETO VERNIER BALANZA																					
ID. P.C. 100000 V001 B001																					
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>																					
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																					
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																					
ELABORADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO																					
APROBADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CALLES ROTAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762																					
Nombre:																					
Firma:																					
Fecha:																					



# A&A TERRA LAB S.A.C.

 Ingeniería y Construcción	<p style="text-align: center;"><b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b></p> <p style="text-align: center;">NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</p>	A&A-QC-PR-014-01 REVISION: 01 Pagina 1 de 1																																																																																				
<p><b>PROYECTO:</b> Adición del gafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto F<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup> Callao - 2021</p> <p><b>SOLICITANTES:</b> Lujano Pareda, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao</p> <p><b>UBICACIÓN:</b></p>																																																																																						
<p><b>REGISTRO:</b></p> <p>FECHA: 12/11/2021</p>																																																																																						
<p><b>2.- PERSONAL</b></p> <p>HECHO POR: Jon Ruano OPERADOR: --</p>																																																																																						
<p><b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESION</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nº</th> <th rowspan="2">CÓDIGO DE PROBETA</th> <th rowspan="2">FECHA DE MUESTREO</th> <th rowspan="2">ESTRUCTURA</th> <th rowspan="2">F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">% AIRE</th> <th rowspan="2">PESO (g)</th> <th rowspan="2">SLUMP (pulg)</th> <th rowspan="2">Ø<sub>nom</sub> (mm)</th> <th rowspan="2">H<sub>nom</sub> (mm)</th> <th rowspan="2">ÁREA (cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">VOL. (m<sup>3</sup>)</th> <th rowspan="2">DENS. (kg/m<sup>3</sup>)</th> <th colspan="2">ENSAYO ROTURA</th> <th colspan="2">PROMEDIO</th> <th rowspan="2">TIPO FALLA</th> <th rowspan="2">IN SITU ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>Fecha rotura</th> <th>EDAD ELEC. (días)</th> <th>f<sub>c</sub> (%)</th> <th>f<sub>c</sub> (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>---</td> <td>05-10-21</td> <td>(Adición gafeno 0,09%)</td> <td>210</td> <td>X</td> <td>12.584</td> <td>--</td> <td>150,00</td> <td>300,3</td> <td>176,71</td> <td>0,00531</td> <td>2.371</td> <td>19/10/21</td> <td>14</td> <td>39,000</td> <td>221</td> <td>105,1</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.556</td> <td></td> <td>151,00</td> <td>300,3</td> <td>179,08</td> <td>0,00538</td> <td>2.335</td> <td>19/10/21</td> <td>14</td> <td>39,200</td> <td>219</td> <td>104,2</td> <td>219,1</td> <td>104,3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.585</td> <td></td> <td>151,00</td> <td>300,2</td> <td>179,08</td> <td>0,00538</td> <td>2.341</td> <td>19/10/21</td> <td>14</td> <td>39,000</td> <td>218</td> <td>103,7</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>nom</sub> (mm)	H <sub>nom</sub> (mm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> )	DENS. (kg/m <sup>3</sup> )	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO		TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO	Fecha rotura	EDAD ELEC. (días)	f <sub>c</sub> (%)	f <sub>c</sub> (%)	1	---	05-10-21	(Adición gafeno 0,09%)	210	X	12.584	--	150,00	300,3	176,71	0,00531	2.371	19/10/21	14	39,000	221	105,1		1							12.556		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.335	19/10/21	14	39,200	219	104,2	219,1	104,3	1							12.585		151,00	300,2	179,08	0,00538	2.341	19/10/21	14	39,000	218	103,7		2
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO														ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)			SLUMP (pulg)	Ø <sub>nom</sub> (mm)	H <sub>nom</sub> (mm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	VOL. (m <sup>3</sup> )	DENS. (kg/m <sup>3</sup> )	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO		TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO																																																					
			Fecha rotura	EDAD ELEC. (días)	f <sub>c</sub> (%)	f <sub>c</sub> (%)																																																																																
1	---	05-10-21	(Adición gafeno 0,09%)	210	X	12.584	--	150,00	300,3	176,71	0,00531	2.371	19/10/21	14	39,000	221	105,1		1																																																																			
						12.556		151,00	300,3	179,08	0,00538	2.335	19/10/21	14	39,200	219	104,2	219,1	104,3	1																																																																		
						12.585		151,00	300,2	179,08	0,00538	2.341	19/10/21	14	39,000	218	103,7		2																																																																			
<p><b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b></p> <p>TIPO DE ROTURA: </p>																																																																																						
<p><b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>EQ. ID</td> <td>PRESA CONCRETO</td> <td>VERNIER</td> <td>BALANZA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>P.C. 100000</td> <td>V001</td> <td>B001</td> </tr> </table>			EQ. ID	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA		P.C. 100000	V001	B001																																																																												
EQ. ID	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																																																																																			
	P.C. 100000	V001	B001																																																																																			
<p><b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b></p> <p>TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO</p>																																																																																						
<p><b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b></p>																																																																																						
<p><b>LABORADO POR:</b></p> <p>A&amp;A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p>		<p><b>APROBADO POR:</b></p> <p>A&amp;A TERRA LAB S.A.C. ING. JUNIOR ZARAGOZAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762</p>																																																																																				
Nombre:		Nombre:																																																																																				
Firma:		Firma:																																																																																				
Fecha:		Fecha:																																																																																				



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A-Terra Lab		METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS		A&A-QC-PR-014-01																
Ingeniería y Construcción		NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		REVISION: 01																
Provincia constitucional del Callao		REGISTRO:		Página 1 de 1																
<b>PROYECTO:</b> Adición de gafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto Fc 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021 <b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paes, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao		<b>FECHA:</b> 12/11/2021																		
<b>UBICACIÓN</b> Provincia constitucional del Callao		<b>2.- PERSONAL</b> HECHO POR: Jon Ramos OPERADOR:																		
<b>1.- MUESTRA</b> DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG/CM2 (Adición gafeno 0.13%) MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"		LADO : PROFUND:																		
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																				
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	MUESTREO DE PROBETA		ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		TIPO	IN SITU ENSAYO									
		FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F/C (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	D <sub>max</sub> mm	H <sub>max</sub> mm			ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	Fecha rotura	EDAD	LECT. (kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	
1	---	05-10-21	(Adición gafeno 0.13%)	210	X	12.461	--	150.00	300.3	176.71	0.00531	2.348	7	31.500	178	84.9	176.5	84.0	1	LABORATORIO
						12.568		151.00	300.3	179.08	0.00538	2.337	7	31.300	175	83.2				
						12.549		151.00	300.4	179.08	0.00538	2.333	7	31.600	176	84.0				
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>																				
TIPO DE ROTURA:																				
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																				
EQ. PRESNA CONCRETO		VERNIER		BALANZA																
ID P.C. 100000		V001		B001																
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b> TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																				
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																				
<b>ELABORADO POR:</b>  ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO		<b>APROBADO POR:</b>  Ing CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149262																		
Nombre:		Nombre:																		
Firma:		Firma:																		
Fecha:		Fecha:																		



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-QC-PR-014-01 REVISION: 01 Página 1 de 1																			
<b>NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</b>																					
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Chillón - 2021 <b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paesca, Victor Nicolás Torres Alzabal, Abraham Provincia constitucional del Callao																					
<b>REGISTRO:</b> FECHA: 12/11/2021																					
<b>2.- PERSONAL</b>																					
HECHO POR: Jora Ramos OPERADOR: -																					
<b>3.- IDENTIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LA PROBETA</b>																					
DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG/CM2 (Adición grafeno 0.13%) MUESTRA 1: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"																					
<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>																					
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			TIPO	IN SITU				
													Fecha rotura	EDAD	LECT. (kg)			f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %		
1	05-10-21		(Adición grafeno 0.13%)	210		12.549		151.00	306.3	179.08	0.00538	2.334	19/10/21	14	36.000	201	95.7	204.9	97.6	2	LABORATORIO
						12.468		150.00	306.3	176.71	0.00531	2.349	19/10/21	14	36.800	208	99.2	204.9	97.6	1	
						12.542		150.00	306.4	176.71	0.00531	2.363	19/10/21	14	36.300	205	97.8			3	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>																					
TIPO DE ROTURA:																					
TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Conos bien formados sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de la capa, como no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales colimadas en ambas bases, como no bien formados. TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en la bases. Colinear con manillo para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de lado en la bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con la capa de embudo. TIPO 6: Similar al tipo 1 pero el terminal del cilindro es acortado.																					
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICION</b>																					
EQ. ID	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																		
	P.C. 100000	V001	B001																		
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>																					
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																					
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																					
ELABORADO POR: ALDO MORALES S.A. RESPONSABLE TECNICO		APROBADO POR: Nombre: JORA RAMOS JEFE DE LABORATORIO U.I.F. 1-9702																			
Nombre: Firma: Fecha:		Nombre: Firma: Fecha:																			



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>A&amp;A Terra Lab</b> Ingeniería y Construcción		<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b> NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-QC-PR-014-01 REVISION: 01 Pagina 1 de 1																	
PROYECTO: Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021																					
SOLICITANTES: Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Ubicación: Provincia constitucional del Callao																					
REGISTRO:																					
FECHA: 12/11/2021																					
2.- PERSONAL HECHO POR: Jero Ramos OPERADOR:																					
LAPO : PROFUND :																					
<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>																					
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																					
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> (mm)	H <sub>prom</sub> (mm)	ÁREA (cm²)	VOL. (m³)	DENS. (kg/m³)	ENSAYO ROTURA		TIPO	IN SITU					
													EDAD	LECT. I (kg)			f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %			
1		05-10-21	(Adición grafeno 0.13%)	210		12.577		151.00	300.3	179.08	0.00538	2.339	02/11/21	28	40.000	223	106.4	1	LABORATORIO		
						12.480		150.00	300.3	176.71	0.00531	2.352	02/11/21	28	41.000	232	110.5	228.1		108.6	2
						12.596		151.00	300.4	179.08	0.00538	2.341	02/11/21	28	41.000	229	109.0			1	
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO																					
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																					
EQ.	PRESA CONCRETO	VERNIER	BALANZA																		
ID	P.C. 100000	V001	B001																		
7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES																					
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																					
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS																					
ELABORADO POR:		APROBADO POR:																			
ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		JERO RAMOS JEFE DE LABORATORIO																			
Nombre:		Nombre:																			
Firma:		Firma:																			
Fecha:		Fecha:																			



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-QC-PR-014-01																		
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		REVISION: 01																		
PROYECTO: Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021		Página 1 de 1																		
SOLICITANTES: Lujano Paez, Victor Nicolás		REGISTRO:																		
UBICACIÓN: Torres Aldazabal, Atahuan Provincia constitucional del Callao		FECHA: 12/11/2021																		
<b>1.- MUESTRA</b>																				
DESCRIPCIÓN: DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG./CM2 (Adición grafeno 0.15%)	LADO :	HECHO POR: Jora Ramos																		
MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"	PROFUND:	OPERADOR: --																		
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																				
Nº	MUESTRO DE PROBETA		F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>pm</sub> mm	H <sub>pm</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			IN SITU					
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO										ESTRUCTURA	Fecha rotura	EDAD		LECT. (kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	TIPO	FALLA
1	05-10-21	(Adición grafeno 0.15%)	210		12.572		151.20	300.2	179.55	0.00639	2.332	12/10/21	7	32.600	182	86.5		2	LABORATORIO	
					12.531		150.00	300.3	176.71	0.00651	2.361	12/10/21	7	33.000	187	88.9	184.8	88.0		2
					12.550		150.00	300.2	176.71	0.00630	2.366	12/10/21	7	32.900	186	88.7		1		
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>			<p>TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 2 mm de grietas entre capas.</p> <p>TIPO 2: Conos bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base.</p> <p>TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.</p> <p>TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferenciar del tipo 1.</p> <p>TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de emboñado.</p> <p>TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.</p>																	
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>			DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA																	
EQ.	PRENSA CONCRETO		VERNIER	BALANZA																
ID	P.C. 100000		V001	B001																
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>			TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																	
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																				
ELABORADO POR:  A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO			APROBADO POR:  A&A TERRA LAB S.A.C. ING. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 1-49762																	
Nombre:			Nombre:																	
Firma:			Firma:																	
Fecha:			Fecha:																	



# A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A-OC-PR-014-01		REVISIÓN: 01		Página 1 de 1																
<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>																				
<b>NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</b>																				
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto Fc 210 kg/cm2 Callao - 2021																				
<b>SOLICITANTES:</b> Lujano Paucar, Víctor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham																				
<b>UBICACIÓN:</b> Provincia constitucional del Callao																				
<b>REGISTRO:</b>																				
<b>FECHA:</b> 12/11/2021																				
<b>2.- PERSONAL</b>																				
<b>HECHO POR:</b> Jors Ramos																				
<b>OPERADOR:</b> -																				
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																				
N°	CÓDIGO DE PROBETA	MUESTREO DE PROBETA		F'c (kg/cm2)	% AIRE	PESO (lb)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>mm</sub>	H <sub>mm</sub>	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO	TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO			
		FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA										Fecha rotura	EDAD LECT. (kg)				fc	%	
1	-	05-10-21	(Adición grafeno 0.15%)	210		12.584	-	150,00	300,3	176,71	0,00531	2.371	19/10/21	14	37.000	209	99,7	2	LABORATORIO	
						12.546		151,40	300,2	180,03	0,00540	2.321	19/10/21	14	37.500	208	99,2	209,2	99,6	1
						12.569		150,00	300,2	176,71	0,00530	2.369	19/10/21	14	37.100	210	100,0			2
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>																				
<b>TIPO DE ROTURA</b>																				
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>																				
EQ. PRENSA CONCRETO		VERNIER		BALANZA																
ID P.C. 100000		V001		B001																
<b>7.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES</b>																				
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																				
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																				
<b>ELABORADO POR:</b>																				
 A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO																				
<b>APROBADO POR:</b>																				
 A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762																				
Nombre:																				
Firma:																				
Fecha:																				



# A&A TERRA LAB S.A.C.

		<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b> NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18				A&A-QC-PR-014-01 REVISION: 01 Página 1 de 1											
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2. Callao - 2021		<b>REGISTRO:</b>															
<b>SOLICITANTES:</b> Lujano Parca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao		<b>HECHO POR:</b> Jose Ramos <b>OPERADOR:</b> --		FECHA: 12/11/2021													
<b>1.- MUESTRA</b>		<b>2.- PERSONAL</b>															
<b>DESCRIPCION:</b> DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG./CM2. (Adición grafeno 0.15%) <b>MUESTRA :</b> TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"		LADO : PROFUND :															
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>																	
Nº CÓDIGO DE PROBETA	MUESTRO DE PROBETA		F'c (kg/cm2)	PESO (g)	SLUMP (pulg)	D <sub>max</sub> mm	H <sub>prob</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO		
	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA									% AIRE	EDAD	LECT. 10kg			f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %
1	05-10-21	(Adición grafeno 0.15%)	210	12.566	--	150.00	300.2	176.71	0.00530	2.369	02/11/21	28	42.000	238	113.2	2	LABORATORIO
				12.539		151.00	300.2	179.08	0.00538	2.332	02/11/21	28	43.000	240	114.3	1	
				12.572		151.70	300.3	180.74	0.00543	2.316	02/11/21	28	44.000	243	115.9	1	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>								TIPO 1: Concreto resquebrajado bien formado, en ambas bases, menor de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de la capa, como no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales en grietas en las bases. TIPO 4: Fractura de todo el concreto con inclinación para disminuir del tipo 1. TIPO 5: Fractura de todo el concreto (superior e inferior) consumiéndose con la capa de embozado. TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado.									
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>		EQ. PRENSA CONCRETO VERNIER ID P.C. 100000 V001		BALANZA B001		DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA											
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b> TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO																	
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																	
<b>ELABORADO POR:</b>				<b>APROBADO POR:</b>													
Nombre:				Nombre:													
A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO				A&A TERRA LAB S.A.C. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762													
Firma:				Firma:													
Fecha:				Fecha:													



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-OC-PR-014-01										
<b>NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18</b>		REVISION: 01										
Página 1 de 1												
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2. Callao - 2021 <b>SOLICITANTES:</b> Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao <b>UBICACIÓN:</b> <b>REGISTRO:</b> FECHA: 12/11/2021 <b>2.- PERSONAL</b> HECHO POR: Jors Ramos OPERADOR: -												
<b>1.- MUESTRA</b> DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG/CM2. (Adición grafeno 0.19%) MUESTRA : TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12" <b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>												
Nº	MUESTRO DE PROBETA		F'c		VOL.	DIENS.	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO		TIPO	IN SITU
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO	ESTRUCTURA	(kg/cm2)			ÁREA	H <sub>prom</sub>	EDAD	LECT. f <sub>c</sub>		
1	05-10-21		(Adición grafeno 0.19%)	210	176.71	300.2	7	33.100	187	89.2	2	LABORATORIO
					179.08	300.2	7	34.500	193	91.7	2	
					176.71	300.2	7	33.800	191	91.1	2	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b> TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, como no bien formados. TIPO 4: Fractura diagonal en grietas en las bases. Colpear con martillo para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de emboñado. TIPO 6: Similar al tipo 5, pero el terminal del cilindro es acortado.												
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b> EQ. PRESNA CONCRETO VERNIER BALANZA ID P.C. 100000 V001 B001												
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b> TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO												
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>												
<b>ELABORADO POR:</b> Nombre: A&A TERRA LAB S.A. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO						<b>APROBADO POR:</b> Nombre: Ing JUNIOR CASTROS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP-149762						
Firma:						Firma:						
Fecha:						Fecha:						



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>A&amp;A Terra Lab</b> Ingeniería y Construcción		<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b> NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-QC-PR-01(4-0) REVISIÓN: 01 Página 1 de 1										
<b>PROYECTO:</b> Adición del gafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021		<b>REGISTRO:</b>												
<b>SOLICITANTES:</b> Lujano Parica, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Altraban Provincia constitucional del Callao		<b>FECHA:</b> 12/11/2021												
<b>UBICACIÓN:</b>		<b>2.- PERSONAL</b>												
<b>1.- MUESTRA</b>		<b>HECHO POR:</b> Jery Ramon												
<b>DESCRIPCION:</b> DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG/CM2 (Adición gafeno 0.19%)		<b>LADO :</b>												
<b>MUESTRA :</b> TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6" x 12"		<b>OPERADOR:</b>												
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b>														
Nº	MUESTRO DE PROBETA		F'c		F'c		ENSAYO ROTURA		PROMEDIO		TIPO		IN SITU	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO	ESTRUCTURA	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	EDAD	LECT. (kg)	f'c	%	FALLA	ENSAYO		
1		05-10-21	(Adición gafeno 0.19%)	210	12.550	12.589	12.631	14	36.900	209	99.4	2	LABORATORIO	
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b>					TIPO 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 22 mm de grietas entre capas. TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a tra de las capas, cono no bien definido en la otra base. TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, cono no bien formado. TIPO 4: Grietas diagonales en grietas en las bases. Golpear con martillo para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fracturas de lado en las bases (superior e inferior) ocurren con frecuencia con las capas de emboado. TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.									
<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>					<b>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA</b>									
EQ.	PRENSA CONCRETO		VERNIER	BALANZA										
ID	P.C. 100000		V001	B001										
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b>														
TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO														
<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>														
<b>ELABORADO POR:</b>					<b>APROBADO POR:</b>									
Nombre:					Nombre:									
A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. ALPENSABLE TECNICO					A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CALDERON ROSAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762									
Firma:					Firma:									
Fecha:					Fecha:									



# A&A TERRA LAB S.A.C.

<b>METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS</b>		A&A-OC-PR-014-01																																																																																					
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		REVISION: 01																																																																																					
		Página 1 de 1																																																																																					
<b>PROYECTO:</b> Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021 <b>SOLICITANTES:</b> Lujano Panca, Víctor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham Provincia constitucional del Callao		<b>REGISTRO:</b> FECHA: 12/11/2021																																																																																					
<b>1.- MUESTRA</b> <b>DESCRIPCION:</b> DISEÑO DE MEZCLA FC-210 KG CM2 (Adición grafeno 0.19%) <b>MUESTRA :</b> TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 9" x 12"		<b>2.- PERSONAL</b> HECHO POR: Jans Ramos OPERADOR: -																																																																																					
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nº</th> <th rowspan="2">CÓDIGO DE PROBETA</th> <th rowspan="2">FECHA DE MUESTREO</th> <th rowspan="2">ESTRUCTURA</th> <th rowspan="2">F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">% AIRE</th> <th rowspan="2">PESO (g)</th> <th rowspan="2">SLUMP (pulg)</th> <th rowspan="2">O<sub>perm</sub> mm</th> <th rowspan="2">H<sub>perm</sub> mm</th> <th rowspan="2">ÁREA cm<sup>2</sup></th> <th rowspan="2">VOL. m<sup>3</sup></th> <th rowspan="2">DIENS. kg/m<sup>3</sup></th> <th colspan="3">ENSAYO ROTURA</th> <th colspan="2">PROMEDIO</th> <th rowspan="2">TIPO</th> <th rowspan="2">IN SITU ENSAYO</th> </tr> <tr> <th>EDAD</th> <th>LECT. l(kg)</th> <th>f<sub>c</sub> %</th> <th>f<sub>c</sub> %</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-</td> <td>05-10-21</td> <td>(Adición grafeno 0.19%)</td> <td>210</td> <td>X</td> <td>12.541</td> <td>-</td> <td>150.00</td> <td>300.3</td> <td>176.71</td> <td>0.00531</td> <td>2.363</td> <td>02/11/21</td> <td>28</td> <td>44.000</td> <td>249</td> <td>118.6</td> <td>1</td> <td>LABORATORIO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.626</td> <td></td> <td>151.40</td> <td>300.3</td> <td>180.03</td> <td>0.00541</td> <td>2.335</td> <td>02/11/21</td> <td>28</td> <td>44.400</td> <td>247</td> <td>117.4</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.628</td> <td></td> <td>151.00</td> <td>300.2</td> <td>179.08</td> <td>0.00538</td> <td>2.349</td> <td>02/11/21</td> <td>28</td> <td>44.000</td> <td>246</td> <td>117.0</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)	SLUMP (pulg)	O <sub>perm</sub> mm	H <sub>perm</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DIENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		TIPO	IN SITU ENSAYO	EDAD	LECT. l(kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	%	1	-	05-10-21	(Adición grafeno 0.19%)	210	X	12.541	-	150.00	300.3	176.71	0.00531	2.363	02/11/21	28	44.000	249	118.6	1	LABORATORIO							12.626		151.40	300.3	180.03	0.00541	2.335	02/11/21	28	44.400	247	117.4	2								12.628		151.00	300.2	179.08	0.00538	2.349	02/11/21	28	44.000	246	117.0	1		<b>4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>
Nº	CÓDIGO DE PROBETA														FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% AIRE	PESO (g)			SLUMP (pulg)	O <sub>perm</sub> mm	H <sub>perm</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DIENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		TIPO	IN SITU ENSAYO																																																					
		EDAD	LECT. l(kg)	f <sub>c</sub> %	f <sub>c</sub> %	%																																																																																	
1	-	05-10-21	(Adición grafeno 0.19%)	210	X	12.541	-	150.00	300.3	176.71	0.00531	2.363	02/11/21	28	44.000	249	118.6	1	LABORATORIO																																																																				
						12.626		151.40	300.3	180.03	0.00541	2.335	02/11/21	28	44.400	247	117.4	2																																																																					
						12.628		151.00	300.2	179.08	0.00538	2.349	02/11/21	28	44.000	246	117.0	1																																																																					
<b>5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TIPO DE ROTURA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>TIPO 1: Concreto razonablemente bien formado, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.                  TIPO 2: Concreto bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base.                  TIPO 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, coque no bien formado.                  TIPO 4: Grietas verticales columnares en las bases, coque con marfil para diferenciar del tipo 1.                  TIPO 5: Fracturas de todo el cuerpo de la base, coque con marfil para diferenciar del tipo 1.                  TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acortado.</p>		TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN</b> EQ. PRENSA CONCRETO VERNIER BALANZA ID. P.C. 100000 V001 B001																																												
TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6																																																																																	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																	
<b>7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES</b> TESTIGOS CURADOS EN EL LABORATORIO		<b>8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS</b>																																																																																					
<b>ELABORADO POR:</b> A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		<b>APROBADO POR:</b> A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CP-49762																																																																																					
Nombre:		Nombre:																																																																																					
Firma:		Firma:																																																																																					
Fecha:		Fecha:																																																																																					

Anexo 44. Ensayo de resistencia a tracción del concreto patrón a 7 días.

Nº 004026



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-CC-PR-028-01 REVISIÓN 01 Página 01 de 01						
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496								
PROYECTO:	Adición del grafito para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
UBICACIÓN:	Torres Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f <sub>c</sub> :210 kg/cm <sup>2</sup> (CONCRETO PATRON)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MÁXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	12/10/2021	7	13750	30,00	15,00	19,45	1,91
Diseño f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	12/10/2021	7	13741	30,00	15,00	19,44	1,91
Diseño f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	12/10/2021	7	13602	30,00	14,91	19,36	1,90
<p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C496</p>								
<b>OBSERVACIONES:</b> 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.								
ELABORADO POR:				APROBADO POR:				
Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO				Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMA JEFE DE LABORATORIO CIP 149762				
Nombre:				Nombre:				
Fecha:				Fecha:				

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8-VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 45. Ensayo de resistencia a tracción del concreto patrón a 14 días.

Nº 004029

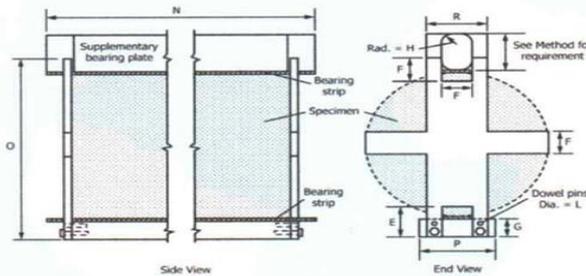


# A&A TERRA LAB S.A.C.

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	AAA-QC-PR-028-01
	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496	REVISIÓN 01
		Página 01 de 01

PROYECTO:	Adición del grafito para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Calleo - 2021
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Víctor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Calleo
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm2 (CONCRETO PATRON)

IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm2)	(MPa)
Diselo f'c=210 kg/cm2(Patrin)	05/10/2021	19/10/2021	14	21120	30,00	14,95	29,98	2,94
Diselo f'c=210 kg/cm2(Patrin)	05/10/2021	19/10/2021	14	21114	30,00	14,80	30,27	2,97
Diselo f'c=210 kg/cm2(Patrin)	05/10/2021	19/10/2021	14	21054	30,00	15,00	29,79	2,92



Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com

Anexo 46. Ensayo de resistencia a tracción del concreto patrón a 28 días

Nº 004030



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MAXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	02/11/2021	28	28054	30,00	15,00	39,69	3,89
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	02/11/2021	28	28158	30,00	15,00	39,84	3,90
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Patrón)	05/10/2021	02/11/2021	28	27967	30,00	14,97	39,67	3,89

Source: ASTM C686

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR: Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762
Nombre: Fecha:	Nombre: Fecha:

Anexo 46. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.09% a 7 días

Nº 004031



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO						<small>ABA-QC-PR-028-01 REVISIÓN: 01 Página 01 de 01</small>	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496									
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021								
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Víctor Nicolás								
	Torres Aldazabal, Abraham								
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao								
DISEÑO:	$f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)								
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MÁXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA		
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14440	30,00	15,00	20,43	2,00	
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14329	30,00	15,10	20,14	1,97	
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14275	30,00	15,00	20,19	1,98	
<p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C496</p>									
<b>OBSERVACIONES:</b> 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo 2.- Prohibido su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.									
ELABORADO POR:					APROBADO POR:				
Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO					Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762				
Nombre:					Nombre:				
Fecha:					Fecha:				

Anexo 47. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.09% a 14 días.

Nº 004032



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-CC-PR-029-01						
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496		REVISIÓN 01						
		Página						
		01 de 01						
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Ponce, Victor Nicolás							
	Torres Alkazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Díámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22421	30,12	15,00	31,59	3,10
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22170	30,00	15,10	31,16	3,05
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22265	30,10	15,00	31,39	3,08

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

<p>ELABORADO POR:</p> <p>Firma:</p> <p>A&amp;A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p>	<p>APROBADO POR:</p> <p>Firma:</p> <p>A&amp;A TERRA LAB S.A.C. Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 149762</p>
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 48. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.09% a 28 días

Nº 004033



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-QC-PR-028-01																																							
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							REVISOR: 01																																							
							Página																																							
							01 de 01																																							
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021																																													
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Alkazabel, Abraham																																													
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao																																													
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">IDENTIFICACION</th> <th rowspan="2">FECHA VACEADO dd/mm/aaaa</th> <th rowspan="2">FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa</th> <th rowspan="2">EDAD DE LA PROBETA (días)</th> <th rowspan="2">FUERZA MÁXIMA (kgf)</th> <th rowspan="2">Longitud (cm)</th> <th rowspan="2">Diámetro (cm)</th> <th colspan="2">RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA</th> </tr> <tr> <th>(kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>(Mpa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.09%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>02/11/2021</td> <td>28</td> <td>29665</td> <td>30,10</td> <td>15,00</td> <td>41,83</td> <td>4,10</td> </tr> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.09%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>02/11/2021</td> <td>28</td> <td>28865</td> <td>30,10</td> <td>15,00</td> <td>40,70</td> <td>3,98</td> </tr> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.09%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>02/11/2021</td> <td>28</td> <td>28750</td> <td>30,10</td> <td>15,00</td> <td>40,54</td> <td>3,97</td> </tr> </tbody> </table>									IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29665	30,10	15,00	41,83	4,10	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	28865	30,10	15,00	40,70	3,98	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	28750	30,10	15,00	40,54	3,97
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA																																							
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)																																						
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29665	30,10	15,00	41,83	4,10																																						
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	28865	30,10	15,00	40,70	3,98																																						
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.09%)	05/10/2021	02/11/2021	28	28750	30,10	15,00	40,54	3,97																																						
<p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C496</p>																																														
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo</p> <p>2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&amp;A Terra Lab S.A.C.</p>																																														
ELABORADO POR:					APROBADO POR:																																									
Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES RESPONSABLE TÉCNICO					Firma:   <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 149762																																									
Nombre:					Nombre:																																									
Fecha:					Fecha:																																									

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 49. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.13% a 7 días.

Nº 004034



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							ASTM C 496	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
UBICACIÓN:	Torres Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MÁXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14912	30,17	15,10	20,84	2,04
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14575	30,00	15,10	20,48	2,01
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14610	30,00	15,00	20,67	2,03

Side View      End View

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR: Firma:  A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Firma:  Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P 149702
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 50. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.13% a 14 días

Nº 004035



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-QC-FR-025-01	
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							Página	
							51 de 91	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Torres Akizabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MAXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(psi)
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22895	30,00	15,00	32,39	3,17
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22656	30,00	15,00	32,65	3,14
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	19/10/2021	14	22721	30,00	15,00	32,14	3,15

Side View

End View

Fonte: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

<p>ELABORADO POR:</p> <p>Forma:</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p> </div> <p>Nombre:</p> <p>Fecha:</p>	<p>APROBADO POR:</p> <p>Forma:</p> <div style="text-align: center;"> <p><b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762</p> </div> <p>Nombre:</p> <p>Fecha:</p>
--	---

Anexo 51. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.13% a 28 días

Nº 004036



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-CC-PR-029-01	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							REVISIÓN 01	
							Página	
							01 de 01	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás Torres Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (día)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29625	30,00	15,00	41,91	4,11
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29824	30,00	15,00	42,19	4,13
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.13%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29724	30,00	15,00	42,05	4,12

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR: Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149702
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 52. Ensayo de resistencia a fracción del concreto con grafeno 0.15% a 7 días

Nº 004037



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-QC-PR-028-01	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							REVISIÓN 01	
							Página	
							01 de 01	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Tomas Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	$f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14781	30,00	15,00	20,91	2,05
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14555	30,10	15,10	20,39	2,00
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14699	30,00	15,00	20,79	2,04

Side View      End View

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 1-9702
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 53. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.15% a 14 días

Nº 004038



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-QC-PR-009-01	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							REVISIÓN 01	
							Página 01 de 01	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Torres Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	$f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23185	30,00	15,00	32,80	3,21
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23211	30,00	15,10	32,62	3,20
Diseño $f_c$ =210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23067	30,00	15,00	32,63	3,20

Side View      End View

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
 <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	 <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CAMILO ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149702
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 54. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.09% a 28 días

Nº 004039



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO							AAA-QC-PR-028-01	
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496							REVISIÓN 01	
							Página	
							01 de 01	
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
UBICACIÓN:	Torre Almazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	$f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MAXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	02/11/2021	28	29967	30,00	15,00	42,39	4,15
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	02/11/2021	28	30062	30,00	15,00	42,53	4,17
Diseño $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.15%)	05/10/2021	02/11/2021	28	30367	30,00	15,00	42,06	4,21

Side View      End View

Fonte: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 2.- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CIP 149762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 55. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.19% a días

Nº 004040



**A&A TERRA LAB S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-OC-PR-028-01						
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496		REVISIÓN 01						
		Página						
		01 de 01						
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto Fc 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Torneo Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MÁXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14925	30,00	15,00	21,11	2,07
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	12/10/2021	7	14997	30,10	15,10	21,01	2,06
Diseño Fc=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	12/10/2021	7	15180	30,00	15,00	21,48	2,10

Side View

End View

Detalle: ASTM C496

OBSERVACIONES:

- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR: Fmca:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Fmca:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 1-9702
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
 administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 56. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.19% a 14 días

Nº 004041



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AAA-QC-PR-028-01																																						
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496		REVISIÓN: 01																																						
		Página																																						
		01 de 01																																						
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Calleco - 2021																																							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás																																							
	Torres Aldazabal, Abraham																																							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Calleco																																							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">IDENTIFICACION</th> <th rowspan="2">FECHA VACEADO dd/mm/aaaa</th> <th rowspan="2">FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa</th> <th rowspan="2">EDAD DE LA PROBETA (días)</th> <th rowspan="2">FUERZA MÁXIMA (kgf)</th> <th rowspan="2">Longitud (cm)</th> <th rowspan="2">Diámetro (cm)</th> <th colspan="2">RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA</th> </tr> <tr> <th>(kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>(Mpa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.19%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>19/10/2021</td> <td>14</td> <td>23713</td> <td>30,00</td> <td>15,00</td> <td>33,55</td> <td>3,29</td> </tr> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.19%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>19/10/2021</td> <td>14</td> <td>23641</td> <td>30,00</td> <td>15,10</td> <td>33,22</td> <td>3,26</td> </tr> <tr> <td>Diseño f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>(Adición grafeno 0.19%)</td> <td>05/10/2021</td> <td>19/10/2021</td> <td>14</td> <td>23522</td> <td>30,00</td> <td>15,00</td> <td>33,28</td> <td>3,26</td> </tr> </tbody> </table>			IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa	EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23713	30,00	15,00	33,55	3,29	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23641	30,00	15,10	33,22	3,26	Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23522	30,00	15,00	33,28	3,26
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO dd/mm/aaaa	FECHA DE ROTURA dd/mm/aaaa								EDAD DE LA PROBETA (días)	FUERZA MÁXIMA (kgf)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA																										
			(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)																																				
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23713	30,00	15,00	33,55	3,29																																
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23641	30,00	15,10	33,22	3,26																																
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	19/10/2021	14	23522	30,00	15,00	33,28	3,26																																
<p style="text-align: center;">Fuente: ASTM C496</p>																																								
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo</p> <p>2.- Prohíbe su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&amp;A Terra Lab S.A.C.</p>																																								
ELABORADO POR:		APROBADO POR:																																						
<p style="text-align: center;">A&amp;A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO</p>		<p style="text-align: center;">A&amp;A TERRA LAB S.A.C. Ing JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO C.P. 149702</p>																																						
Nombre:																																								
Fecha:																																								

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU  
Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506  
administracion@ayaterralab.com / gerencia@ayaterralab.com / www.ayaterralab.com

Anexo 57. Ensayo de resistencia a tracción del concreto con grafeno 0.19% a 28 días

Nº 004042



# A&A TERRA LAB S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		AMA-GC-PR-029-01						
MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO NTP 339.084 / ASTM C 496		REVISIÓN 01						
		Página						
		01 de 01						
PROYECTO:	Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Callao - 2021							
SOLICITANTES:	Lujano Panca, Victor Nicolás							
	Torres Aldazabal, Abraham							
UBICACIÓN:	Provincia constitucional del Callao							
DISEÑO:	f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)							
IDENTIFICACION	FECHA VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE LA PROBETA	FUERZA MÁXIMA	Longitud	Diámetro	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA	
							(kgf)	(kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	02/11/2021	28	31522	30,00	15,00	44,59	4,37
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	02/11/2021	28	30622	30,00	15,00	43,32	4,25
Diseño f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (Adición grafeno 0.19%)	05/10/2021	02/11/2021	28	31022	30,00	15,00	43,89	4,30

Side View      End View

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 2.- Prohíbese su reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización escrita de A&A Terra Lab S.A.C.

ELABORADO POR: Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO	APROBADO POR: Firma:  <b>A&amp;A TERRA LAB S.A.C.</b> JUNIOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CP 145762
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

Anexo 58. Panel fotográfico



Foto N° 01: tamizaje agregado fino



Foto N° 02: tamizaje agregado grueso



Foto N° 03: Peso de grafeno



Foto N° 04: Peso de grafeno



Foto N° 05: Ensayo de peso unitario suelto



Foto N° 06: Ensayo humedad y absorción



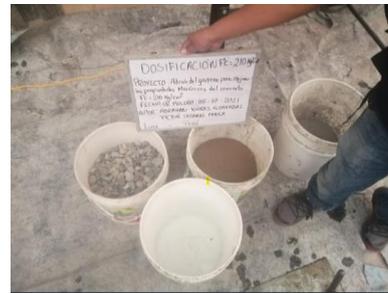
**Foto N° 07:** Peso específico y absorción



**Foto N° 08:** Contenido de humedad



**Foto N° 09:** Equipos para el diseño de mezcla



**Foto N° 10:** Materiales para el diseño de mezcla



**Foto N° 11:** Preparación de la mezcla



**Foto N° 12:** Medición de temperatura al concreto fresco.



**Foto N° 13:** Etapas de llenado de probetas



**Foto N°14:** Nivelación o enrasado



**Foto N° 15:** Preparación de cono de abrams (chuseado)



**Foto N° 16:** Medición del slump



**Foto N° 17:** Preparación de peso unitario mezcla fresca



**Foto N° 18:** peso de unitario de la mezcla



**Foto 19:** Ensayo de compresión



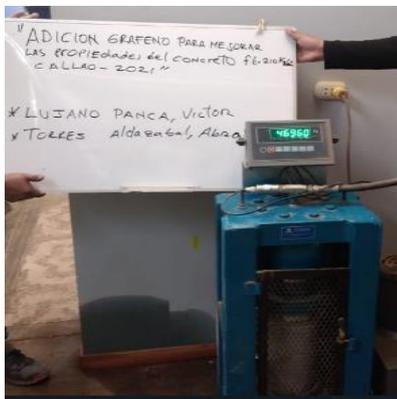
**Foto N° 20:** Especímenes para el ensayo



**Foto 21:** Muestras de espécimen



**Foto N° 22:** Resistencia a compresión a los 7 días



**Foto N° 23:** Resistencia a compresión a 28 días



**Foto N° 24:** Fallas de espécimen



**Foto N° 25:** Ensayo resistencia a tracción 14 días



**Foto N° 26:** Ensayo de espécimen



**Foto N° 27:** Falla de ensayo patrón 28 días



**Foto N° 28:** Falla de ensayo 0.19% de grafeno



**Foto N° 29:** Resistencia a tracción 0.15% de grafeno



**Foto N° 30:** Resistencia tracción 0.13 de grafeno