

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm², añadiendo nanopartículas de grafeno

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Hildemaro Diaz Soria
Bach. Yort Eli Flores Ramirez
Bach. Jean Paul Velásquez Silvera

Asesor:

Ing. David Diaz Garamendi

Lima, marzo de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo **Ing. DAVID DIAZ GARAMENDI** docente de la Facultad de Ingeniería., Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $f'c=350$ KG/CM², AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.”** De los autores Hildemaro Diaz Soria, Yort Elí Flores Ramírez y Jean Paul Velásquez Silvera tiene un índice de similitud de 15% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 12 días del mes de Marzo del año 2025.



Ing. DAVID DIAZ GARAMENDI

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 07 día(s) del mes de marzo del año 2025, siendo las 10:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mtra. Fiorella Maiva Zapata Antesana, el (la) secretario(a): Mg. Armin Quintana Sánchez Flores y los demás miembros: Dr. Leopoldo Choque Garamendi y el (la) asesor(a) Ing. David Diaz

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, añadiendo nanopartículas de Grafeno"

del(los) bachiller/es: a) Hildemaro Diaz Soria

b) Yort Eli Flores Ramirez

c) Jean Paul Velasquez Silvera

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Hildemaro Diaz Soria

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller (b): Yort Eli Flores Ramirez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller (c): Jean Paul Velasquez Silvera

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Muy bueno	Sobresaliente

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Esta sustentación se realizó de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Titulos

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $f'_c=350$ KG/CM², AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

IMPROVING THE MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH STRENGTH CONCRETE $f'_c=350$ KG/CM², BY ADDING GRAPHENE NANOPARTICLES.

Hildemaro Diaz Soria¹ , Yort Eli Flores Ramirez² , Jean Paul Velásquez Silvera³ 

David Diaz Garamendi⁴ 

¹Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Recibido (Received):

Aceptado (Accepted):

RESUMEN

Este artículo presenta una recomendación técnica para los planteamientos constructivos en ingeniería civil, haciendo hincapié en la mejora de las capacidades mecánicas del hormigón con un valor en resistencia especificada de $f'_c= 350$ kg/cm². A pesar del uso moderno de diversos materiales para incrementar la capacidad de resistencia del hormigón, faltan criterios explícitos para la aplicación de la nanotecnología. Este nanomaterial, considerado uno de los avances más inventivos e importantes a nivel mundial, ilustra un uso muy pertinente en este contexto. Como principal objetivo de esta indagación es estudiar y evaluar el grado en que las nanopartículas de grafeno mejoran las capacidades mecánicas del hormigón fabricado en Perú. En los ensayos se utilizó una muestra estándar, con muestras suplementarias que incluían 0,1%, 0,2% y 0,3% de nanopartículas de grafeno en concordancia a la proporción del peso del cemento del diseño de mezcla. La investigación reveló que la integración de nanopartículas de grafeno amplificó los valores de resistencia a compresión en un 7,13%, valores de la capacidad a flexión en un 12,05% y valores de resistencia a tracción en un 27,94%. En conclusión, observamos que la utilidad del hormigón convencional mejora gracias a avances significativos.

Palabras Clave: Grafeno, Nanotecnología, Capacidades Mecánicas, Compresión, Tracción, Flexión.

ABSTRACT

This article presents a technical recommendation for construction approaches in civil engineering, emphasizing the improvement of the mechanical capabilities of concrete with a specified strength value of $f'_c = 350$ kg/cm². Despite the modern use of various materials to increase the strength of concrete, there is a lack of explicit criteria for the application of nanotechnology. This nanomaterial, considered one of the most inventive and important advances worldwide, illustrates a very pertinent use in this context. The main objective of this research is to evaluate the degree to which graphene nanoparticles improve the mechanical capabilities of concrete manufactured in Peru. A standard sample was used in the assays, with supplementary samples including 0.1%, 0.2% and 0.3% graphene nanoparticles in accordance with the cement weight ratio of the mix design. The research revealed that the integration of graphene nanoparticles amplified compressive strength values by 7.13%, flexural strength values by 12.05% and tensile strength values by 27.94%. In conclusion, we observe that the usefulness of conventional concrete is improved by significant advances.

Keywords: Graphene, Nanotechnology, Mechanical Properties, Compression, Traction, Flexure

* Corresponding author.:

E-mail: hildemarodiaz@upeu.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país en desarrollo que está experimentando una importante expansión económica y demográfica, lo que se traduce en una mayor demanda de infraestructuras civiles. Según la SOCIEDAD NACIONAL DE CONSTRUCCION E INFRAESTRUCTURA, se prevé que la inversión en proyectos de infraestructuras viarias en Perú se cuadruplique de aquí a 2024[1]. Una parte significativa de estos importantes proyectos de inversión se basa en un elemento singular, el hormigón en sus diversas formas, que requiere una mayor durabilidad más allá de las normas convencionales, al tiempo que se adhiere a todos los controles de calidad, garantizando así la viabilidad a largo plazo de la inversión.

Por consiguiente, existe una gran oportunidad de explorar nuevos productos en el ámbito de la construcción, con un enfoque inicial en el hormigón de alta resistencia, ya que sus propiedades hacen que se utilice ampliamente en proyectos a gran escala [2]. En la actualidad, se están implementando diversos métodos para mejorar las cualidades del hormigón, específicamente las mecánicas, lo que ha llevado a explorar una nueva formulación que incorpore grafeno; este material es conocido por su excepcional resistencia, lo cual podría aumentar la durabilidad, la capacidad a compresión y la flexibilidad del material cementicio. Esta sinergia puede reducir el peso de las estructuras y alargar el periodo de vida útil, lo que redundaría un uso más eficaz de los recursos y menos gastos de mantenimiento [3].

Además, la integración del grafeno podría mejorar la sostenibilidad, ya que el hormigón alterado podría necesitar un menor uso de cemento, un material relacionado con importantes emisiones de carbono [4]. Reconociendo que la resistencia del hormigón está directamente asociada con la asociación agua-cemento, se pretende hallar una solución para incrementar la trabajabilidad reduciendo esta asociatividad, sin comprometer la resistencia prevista ni incluir ningún aditivo químico. El análisis de estudios previos arrojó datos sobre hormigones típicos de muchas regiones del Perú y de gran parte del mundo, lo que demostró resultados favorables para el estudio.

La integración del grafeno en la construcción es un campo de estudio en expansión. A pesar de encontrarse en fase de desarrollo, tiene la posibilidad de modificar drásticamente el sector del hormigón; por ello, este estudio se esfuerza por investigar los usos y ventajas de esta amalgama y su significativa influencia en el desarrollo de infraestructuras.

2. ANTECEDENTES

El sector de la construcción desarrolla cada vez más proyectos a gran escala que soportan mayores cargas verticales y horizontales. En consecuencia, los especialistas en hormigón están examinando las propiedades mecánicas de dicha mezcla que incorporan varios materiales de diversas industrias para mejorar este material de construcción esencial.

El grafeno, un derivado del grafito, está ganando reconocimiento en el sector industrial por sus cualidades mecánicas superiores a las del grafito. Se han realizado investigaciones en ingeniería con grafeno, con resultados favorables en cuanto a características mecánicas [3].

Dalal et al. demuestran en su estudio que la incorporación de 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 y 1 g/l se utilizó en compuestos de hormigón que incluían nueve combinaciones distintas. Se obtuvo un aumento de hasta el 95%, 55% y 27% en la capacidad a flexión, capacidad a tracción y capacidad a compresión, respectivamente [5]. Asimismo, Wei et al. informaron de que las modificaciones dieron lugar a aumentos del 15,5% y el 7,2% en su capacidad a la flexión y en su capacidad a la compresión de la prueba de grafeno a los 3 días, y del 17,6% y el 16,2% a los 28 días [6].

En el estudio realizado por WJ, JJ, H y F, se utilizaron tres porcentajes distintos: 0,05%, 0,10% y 0,20% del peso del cemento. El análisis revela una mejora de la resistencia del 22% y el 41,3%, junto a un rango del 16,2% al 16,4% con un incremento del 0,20% a los 14 y 28 días, respectivamente; al mismo tiempo, destaca que la trabajabilidad del grafeno disminuye entre el 7,5% y el 18,8% con la incorporación del 0,05% y el 0,2% [7].

Una experimentación en la Universidad de Kirikkale (Turquía) en la sección de Ingeniería Civil, creó mezclas cementicio con nanopartículas de grafeno (GNP) en concentraciones comprendidas en valores de 0,025% y el 0,10% en asociación a la cantidad del cemento. Se empleó una mezcla en alto voltaje y un superplastificante de policarboxilato. Su objetivo era evaluar los efectos de la variación de la duración de la mezcla de gran valor de cizallamiento y de la aplicación simultánea de mezcla ultrasónica y de gran valor de cizallamiento en base a la dispersión de las GNP. Los resultados demuestran que todas las técnicas establecidas en la dispersión analizadas del presente estudio logran dispersar eficazmente las GNPs en agua sin germinar defectos basales o de vacantes en las láminas de grafeno, al tiempo que reducen el tamaño de los copos de material grafeno. La incorporación de nanopartículas de material grafeno (GNP) en el cálculo de mezcla de hormigón a una concentración en valor del

0,025% produce una mejora significativa del 17% en su capacidad a compresión. Sin embargo, correspondiente a la capacidad a flexión no se ve afectada[8].

En primer lugar, explicó que el hormigón, el mortero y otros materiales compuestos de cemento se utilizan mucho en ingeniería civil, a pesar de su fragilidad, elevada dureza, menor resistencia a la tracción y propensión a fracturarse. Para subsanar estas deficiencias se ha llegado a utilizar diferentes materiales de refuerzo como polímeros, residuos de vidrio, fibras de carbono, barras de acero y fibras de acero. Sin embargo, el problema de las fracturas persiste. El óxido de grafeno (GO) y otros nanomateriales ofrecen nuevas oportunidades para el refuerzo a nanoescala de materiales cementosos, restando así la probabilidad de fracturas y mejorando la interacción con los productos de poca hidratación del cemento. La investigación sobre pastas de cemento de la clase CP-III-RS-40 reveló que las propiedades mecánicas mejoraban notablemente con la incorporación de OG en concentraciones del 0,03% y el 0,05%. El módulo de elasticidad, la capacidad a tracción por flexión, la resistencia a la fractura evidenciaron una mejora significativa tras 28 días de curado con una concentración del 0,05%. Los resultados sugieren que el óxido de grafeno puede revolucionar el sector de la construcción civil mejorando las capacidades mecánicas y de corte de las pastas concerniente al cemento [9].

Por el contrario, el cemento Portland es crucial para el hormigón, lo que impulsa la exploración de alternativas más baratas y ecológicas como el óxido de grafeno (OG), un nanomaterial potencial en la construcción. Se examinaron los efectos en hormigones de 30 y 35 MPa en Campo Grande - MS, con adiciones de OG que oscilaban entre el 0,00% y el 0,09% del peso del cemento. El OG redujo la fácil trabajabilidad y aumentó la capacidad a la compresión hasta un 13,64% a los 28 días. También facilitó la hidratación y mejoró la estabilidad de la resistencia después de 63 días. El módulo de elasticidad aumentó; no obstante, es necesario seguir investigando sobre la resistencia a la tracción [10].

Del mismo modo, la industria encargada del desarrollo de infraestructuras urbanas, incluidos edificios, carreteras y aeropuertos, se enfrenta a importantes obstáculos, sobre todo la inoculación ambiental y el uso desmedido de recursos naturales. El grafeno es una alternativa ventajosa para mejorar este sector. El grafeno presenta una solución novedosa al reducir los precios de los materiales de construcción, mitigar la contaminación ambiental mediante técnicas de adquisición sostenibles como el enfoque FJH y mejorar la eficiencia de las formulaciones de las mezclas de cemento. En resumen, el grafeno, caracterizado por

una excepcional conductividad, resistencia mecánica y escasa permeabilidad al agua, se está desarrollando como un complemento viable en el campo de la construcción. Se aguarda que su uso disminuya los gastos de producción y aumente la eficiencia en la mezcla de cemento. La técnica FJH, reconocida por su sostenibilidad y eficiencia en la fabricación, minimiza los efectos medioambientales y mejora el descenso del rastro de carbono al reutilizar los residuos como materia prima. Este telón de fondo presenta un claro potencial para el avance del grafeno en esta industria. [11].

Uno de los principales responsables del exceso de carbono atmosférico son los procesos industriales; uno de los principales emisores de CO₂ es el cemento Portland, que se utiliza en las mezclas de hormigón. Las innovaciones modernas, incluidas las nanopartículas, pueden hacer que el hormigón dure más y sea más respetuoso con el medio ambiente. En este trabajo, analizamos tres porcentajes diferentes 0,02%, 0,03% y 0,05% de óxido de grafeno rico en grupos carbonilo (GCO) añadidos al cemento. Las concentraciones de 0,02% y 0,03% mejoran la resistencia del hormigón, pero la de 0,05% disminuye su trabajabilidad y afecta negativamente a sus cualidades una vez endurecido. [12].

Los materiales nuevos, duraderos y de alto rendimiento están atrayendo mucha atención en el sector de la construcción. Uno de ellos son los compuestos cementosos reforzados con óxido de grafeno (GO). La reducción del consumo de cemento y de la consiguiente contaminación es un resultado directo de la mejora de las bondades propias del hormigón gracias al GO. Para investigar cómo afecta el GO a las capacidades mecánicas y reológicas del hormigón, este estudio realiza un exhaustivo análisis bibliográfico. Una correlación de agua-cemento de 0,4 y el uso de ultrasonidos y aditivos para dispersar el OG se identificaron como criterios críticos para optimizar la resistencia mecánica a partir de trece artículos que fueron elegidos para su revisión. Los porcentajes óptimos para las capacidades que tienen a la compresión y tracción resultaron ser 0,03% y 0,05% de OG, respectivamente. Para facilitar la investigación en este campo, este artículo propone una base teórica sólida [13].

3. METODOLOGÍA

La investigación utilizó una metodología cuantitativa, haciendo hincapié en el análisis de datos mediante la recopilación de medidas numéricas y el examen estadístico para validar una hipótesis determinada y delinear patrones de comportamiento basados en pruebas empíricas. Esta metodología facilitó el uso de

métodos e instrumentos estadísticos para analizar los datos adquiridos y validar la hipótesis sugerida [14].

Teniendo en cuenta factores técnicos, la metodología del estudio propone incrementar en valores las capacidades mecánicas del hormigón de alta resistencia añadiendo nanopartículas de grafeno. Es crucial estudiar las características técnicas de las nanopartículas de grafeno para estimar su influencia cuando se añaden al hormigón. El trascendental objetivo de la indagación es averiguar si la adición de grafeno al hormigón lo hace más resistente que el hormigón convencional. Para ello, debemos comparar el hormigón normal con el hormigón al que se han añadido nanopartículas de grafeno.

Este estudio se clasifica como explicativo, ya que analizará una tecnología novedosa mediante pruebas de laboratorio para corroborar los resultados y dilucidar su viabilidad técnica para su despliegue en infraestructuras a gran escala.

Este estudio se categoriza de manera experimental, de manera que la variable independiente, la añadidura de nanopartículas de grafeno, será modificada con la designación de valorar su efecto sobre el resultado medido, los atributos mecánicos del concreto.

Las técnicas principales realizadas fueron el análisis del tema documentario y la observación minuciosa de objetos. Las consecuencias relativas de la prueba a compresión, flexión y tracción entre otros muchos, eran claramente visibles tras una inspección minuciosa. Como consecuencia de los cálculos estadísticos realizados gracias al análisis de la documentación, que confirmaron la conformidad con los requisitos, los resultados vertidos de las pruebas y el diseño de mezcla se evaluaron con precisión. Tres días y medio después de la producción, treinta y seis probetas cilíndricas fueron sometidas a ensayos de verificación de capacidades a compresión. Un conjunto de veinticuatro especímenes de forma cilíndrica se sometió a ensayos de capacidad a tracción a 7 y 28 días. A los 7,14 y 28 días, 36 vigas rectangulares sometidas a esfuerzos aplicados a un tercio de su longitud se sometieron a ensayos de resistencia de flexión. Para completar las tareas se utilizaron herramientas que incluyeron una guía de observancia y otra guía de análisis documental.

TABLA I
Ensayo NTP: Prueba de la Capacidad a Compresión

TIPO	EDADES			TOTAL
	7 días	14 días	28 días	
Concreto Base (C.B)	3	3	3	9
CB + 0.1 % NG	3	3	3	9
CB + 0.2% NG	3	3	3	9
CB + 0.3% NG	3	3	3	9

Total	36
-------	----

Fuente: Elaboración Propia

TABLA II
Ensayo NTP: Prueba de Capacidad a Tracción

TIPO	EDADES		TOTAL
	7 días	28 días	
Concreto Base (C.B)	3	3	6
CB + 0.1 % NG	3	3	6
CB + 0.2% NG	3	3	6
CB + 0.3% NG	3	3	6
Total			24

Fuente: Elaboración Propia

TABLA III
Ensayo NTP: Prueba de Capacidad a Flexión

TIPO	EDADES			TOTAL
	7 días	14 días	28 días	
Concreto Base (C.B)	3	3	3	9
CB + 0.1 % NG	3	3	3	9
CB + 0.2% NG	3	3	3	9
CB + 0.3% NG	3	3	3	9
Total				36

Fuente: Elaboración Propia

Normas técnicas aplicadas para ensayos de laboratorio.

Norma Técnica Peruana	Título de la norma
NTP 400.022	AGREGADO. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.
NTP 400.012	AGREGADO. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo.
NTP 400.010	AGREGADO. Extracción y preparación de las muestras
NTP 400.017	AGREGADO. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados
NTP 339.185	AGREGADO. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo
NTP 339.084	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
NTP 339.214	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para resistencias a la compresión en cilindros de concreto elaborados en el lugar en moldes cilíndricos
NTP 339.035	CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico.
NTP 339.047	CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados
NTP 339.079	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.

Figura N° 01

Fuente: INACAL-DA.

El curso de producción de vigas y probetas de hormigón de alta resistencia con inclusión de nanopartículas de grafeno fue el siguiente:

- Adquisición de materiales: En este paso se obtuvieron los materiales esenciales, incluidos los agregados (grueso y finos) y las nanopartículas de grafeno importadas desde China.
- Investigación de los materiales: Para asegurarnos de que los agregados cumplieran los requisitos de las Normas Técnicas peruanas, comprobamos sus propiedades, incluido su valor de contenido en humedad, peso específico, distribución granulométrica, peso unitario e índice de absorción. Los materiales no pueden ser resistentes sin agregados (fino y grueso). Bajo la

supervisión de expertos y con la ayuda de los redactores del artículo, la operación realizó en los Lab. de Facultad de Ing. Civil de la Univ. Peruana Unión.

- Diseño de mezcla: En esta etapa, se preparó la mezcla de hormigón tanto para el hormigón ordinario como para el hormigón con nanopartículas de grafeno en adiciones del 0,1%, 0,2% y 0,3%. La dosis se estableció de acuerdo con la norma ACI, utilizando el discernimiento de las capacidades de los materiales. A continuación, se introdujo las mezclas en los moldes adecuados para realizar las pruebas requeridas.
- En esta fase se fabricaron probetas y vigas de hormigón. Se utilizó hormigón estándar y hormigón mezclado con nanopartículas de hormigón al 0,1%, 0,2% y 0,3% para fabricar probetas cilíndricas y vigas rectangulares. Con la ayuda de especialistas y de los redactores del artículo, por consiguiente, la operación se realizó en los ambientes del Laboratorio ESCON, centrado en la investigación y las soluciones prácticas.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Determinación de composición del Diseño de Mezcla de Alta Resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Se determinaron dichas características de los materiales, hallándose los resultantes que se exponen en el cuadro 1. Estos agregados incluían arena gruesa (AF) y agregado de 1' (AG):

TABLA IV
Características de Agregados (Grueso y Fino)

DESCRIPCIÓN	ARENA	PIEDRA
Peso Unit. Suelto Seco	1500 kg/m ³	1460 kg/m ³
Peso Unit. Compact. Seco	1620 kg/m ³	1680 kg/m ³
Peso Especif. de Masa	2.58	2.88
Contenido de Humedad(CH)	3.3	0.4
% de Absorción (PA)	2.0	0.6
Módulo de Fineza (MF)	2.88	-
Tamaño Máx. del Material	-	1"

Fuente: Elaboración de autores

4.2 Fijación del porcentaje en añadir de las nanopartículas de grafeno

TABLA V
Diseño de Mezcla del concreto patrón

MATERIALES	Unid. de medida	PESO (kg/m ³)
Cemento	kg/m ³	517.075
Agua	Lts/m ³	202

Material Fino	kg/m ³	594.874
Material grueso	kg/m ³	1112.160
PESO DE MEZCLA	kg/m ³	2426.109

Fuente: Elaboración Propia

TABLA VI
Dosificación del diseño de mezcla añadiendo 0.1% de Grafeno

MATERIALES	Unid. de medida	PESO (kg/m ³)
Cemento	kg/m ³	517.075
Agua	Lts/m ³	202
Material Fino	kg/m ³	594.874
Material grueso	kg/m ³	1112.160
GRAFENO	kg/m ³	0.517
PESO DE MEZCLA	kg/m ³	2426.626

Fuente: Elaboración Propia

TABLA VII
Dosificación del diseño de mezcla añadiendo 0.2% de Grafeno

MATERIALES	Unid. de medida	PESO (kg/m ³)
Cemento	kg/m ³	517.075
Agua	Lts/m ³	202
Material Fino	kg/m ³	594.874
Material grueso	kg/m ³	1112.160
GRAFENO	kg/m ³	1.034
PESO DE MEZCLA	kg/m ³	2427.143

Fuente: Elaboración de autores

TABLA VIII
Dosificación del diseño de mezcla añadiendo 0.3% de Grafeno

MATERIALES	Unid. de medida	PESO (kg/m ³)
Cemento	kg/m ³	517.075
Agua	Lts/m ³	202
Material Fino	kg/m ³	594.874
Material grueso	kg/m ³	1112.160
GRAFENO	kg/m ³	1.551
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	2427.626

Fuente: Elaboración de autores

4.3 Estimación de Capacidades mecánicas del concreto de elevada resistencia con añadidura de Nanopartículas de Grafeno.

Se evaluaron y analizaron las capacidades mecánicas del concreto de resistencia elevada a pruebas a flexión, compresión y tracción.

Resistencia de prueba a compresión

En la tabla IX se aprecia los registros de oposición a compresión ($F'c$) del concreto en dimensión de resistencia elevada, $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con añadidura de nanopartículas de grafeno (NG) en concentraciones variadas: 0,1%, 0,2% y 0,3%.

Después de 7 días, se registraron 369,85 kg/cm², y 395,98 kg/cm² de tiempo de curado para el hormigón estándar. En los mismos intervalos, se registraron valores de resistencias de 284,38 kg/cm², 370,85 kg/cm² y 398,10 kg/cm² añadiendo nanopartículas de grafeno al hormigón a una concentración del 0,1% en peso de cemento. Añadiendo un 0,2% de nanopartículas de grafeno al peso del cemento se obtuvieron resistencias del hormigón de 322,59 kg/cm², a 7 días, 393,37 kg/cm² a 14 días y 412,20 kg/cm² a los 28 días. El hormigón que contenía un 0,3% de grafeno en nanoestructuras en concordancia al peso del cemento tuvo resistencias a la compresión de 327,11 kg/cm², 406,55 kg/cm² y 424,24 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, en el mismo orden.

TABLA IX
Resistencia de prueba a compresión del concreto con adición de NG

Ensayo (kg/cm ²)	Edad (días)	Concreto Base (CB)	CB+ 0,1% NG	CB+ 0,2% NG	CB+ 0,3% NG
F'c	7	267,98	284,38	322,59	327,11
F'c	14	369,85	370,85	393,37	406,55
F'c	28	395,98	398,10	412,20	424,24

Fuente: Elaboración de autores

Resistencia de prueba a flexión

La Tabla X presenta un análisis detallado de los registros a flexión del concreto de alta resistencia (f'c = 350 kg/cm²) con añadidura de nanopartículas de grafeno (NG) en varios porcentajes: 0,1%, 0,2% y 0,3%.

La capacidad a flexión del hormigón estándar fue de 43,70 kg/cm² curado a los 7 días, de 45,00 kg/cm² a los 14 días y de 52,30 kg/cm² a los 28 días. En los mismos intervalos, el hormigón con un 0,1% de nanopartículas de grafeno en peso de cemento alcanzó resistencias de 45,15 kg/cm², 46,25 kg/cm² y 54,40 kg/cm². Las resistencias del hormigón de 45,60 kg/cm², 48,30 kg/cm² y 56,20 kg/cm² se alcanzaron a los 7, 14 y 28 días, respectivamente, utilizando un 0,2% de nanopartículas de grafeno en relación con la cantidad relativa del cemento. Su capacidad a compresión del hormigón con un 0,3% de nanopartículas de grafeno con respecto a la cantidad del peso del cemento es de 48,30 kg/cm² a 7 días, 50,00 kg/cm² a 14 días y 58,60 kg/cm² a 28 días.

TABLA X
Resistencia de prueba a flexión del concreto con adición de NG

Ensayo (kg/cm ²)	Edad (días)	Concreto Base (CB)	CB+ 0,1% NG	CB+ 0,2% NG	CB+ 0,3% NG
Mr promedio	7	43,70	45,15	45,60	48,30
Mr promedio	14	45,00	46,25	48,30	50,00
Mr promedio	28	52,30	54,40	56,20	58,60

Fuente: Elaboración de autores

Resistencia de prueba a tracción

En la Tabla XI se ofrece un análisis exhaustivo de la capacidad a tracción del concreto con elevada resistencia (f'c = 350 kg/cm²) que incluye nanopartículas de grafeno (NG) en concentraciones variables de 0,1%, 0,2% y 0,3%.

En cambio, el hormigón que contenía un 0,1% de nanopartículas de grafeno en proporción al peso de cemento alcanzó resistencias de 15,50 kg/cm² y 27,09 kg/cm² tras 7 y 28 días de curado, respectivamente, frente a los 14,31 kg/cm² y 24,91 kg/cm² del hormigón convencional. Asimismo, a los 7 días, la capacidad a tracción del hormigón que contenía un 0,2% de nanopartículas de grafeno en proporción a la cantidad del peso del cemento alcanzó los 16,64 kg/cm², a los 28 días, el resultado fue de 28,98 kg/cm². La capacidad a la tracción del hormigón que incluía un 0,3% de nanopartículas de grafeno en proporción al peso del cemento fue de 18,63 kg/cm² a 7 días y de 31,87 kg/cm² a 28 días.

TABLA XI
Capacidad a tracción del hormigón con añadidura de Nanopartícula de Grafeno

Ensayo (kg/cm ²)	Edad (días)	Concreto Base (CB)	CB+ 0,1% NG	CB+ 0,2% NG	CB+ 0,3% NG
F't	7	14,31	15,50	16,64	18,63
F't	28	24,91	27,09	28,98	31,87

Fuente: Elaboración de autores

4.4 Análisis de Comparanza del Hormigón de alta resistencia patrón y su añadidura en cifras porcentuales de Nanopartículas de grafeno.

Resistencia a compresión

El gráfico de la Fig. 2 indica que el hormigón con un 0,3% de NG en concordancia al material del peso de cemento alcanzó la capacidad máxima a compresión a los 7, 14 y 28 días, llegando al 93% de resistencia de diseño a los 7 días y siendo superior a la resistencia de diseño en un 16% y un 21% a los 14 y 28 días, respectivamente.

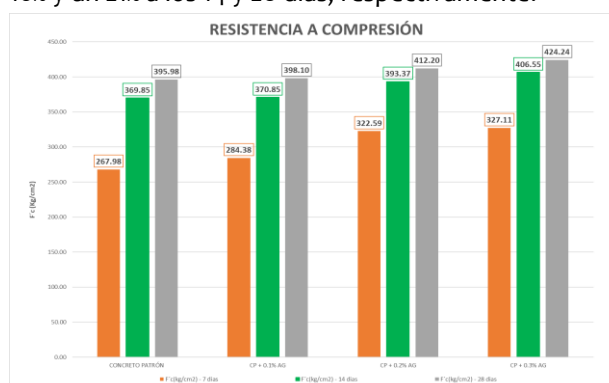


Figura N° 2. Comparanza de resistencia a compresión entre diseños.
Fuente: Elaboración propia.

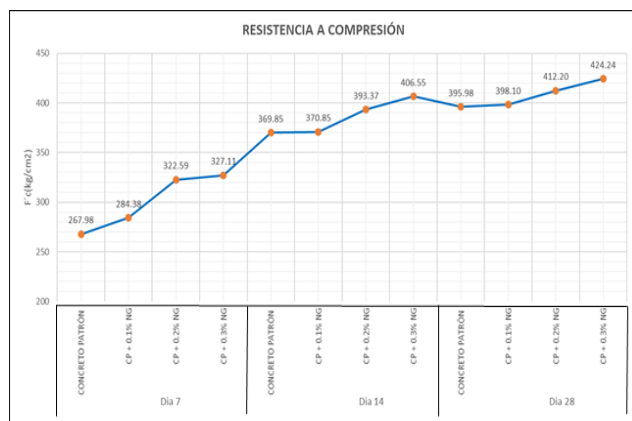


Figura N° 3. Tendencia de la capacidad de prueba a compresión entre concretos. Fuente: Elaboración autores.

Resistencia a flexión

La incorporación de un 0,3% de nanopartículas de grafeno en el peso del cemento dio lugar a picos de resistencia a flexión a los días de 7, 14 y 28 días, con cifras de 48,30 kg/cm², 50,00 kg/cm² y 58,60 kg/cm², en el mismo orden (véase la Figura 4).

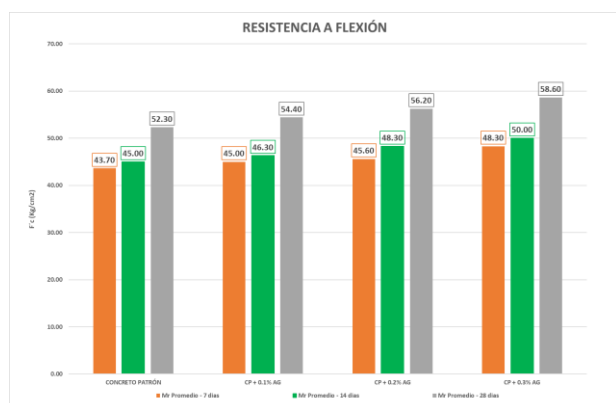


Figura N° 4. Comparanza de la resistencia a prueba a flexión entre diseños. Fuente: Elaboración propia.

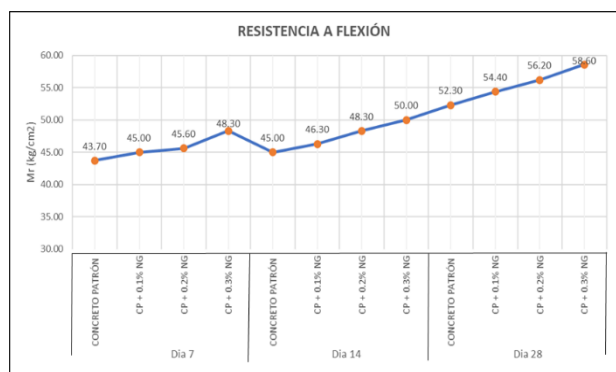


Figura N° 5. Tendencia de la capacidad a flexión entre concretos. Fuente: Elaboración autores

Resistencia a tracción

La incorporación de un 0,3% de nanopartículas de grafeno en relación a la proporción del cemento dio lugar a unas resistencias máximas a la tracción de 18,63 kg/cm² a 7 días y de 31,87 kg/cm² a 28 días (la figura 6).

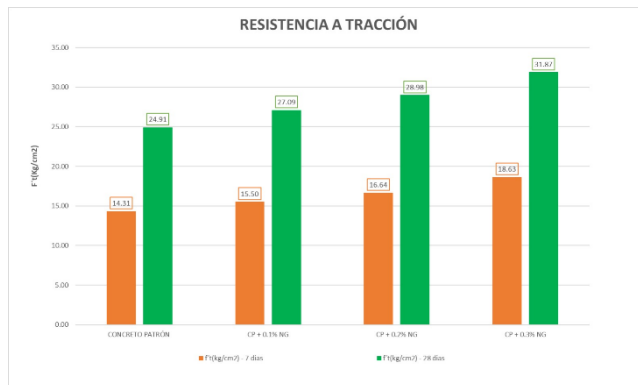


Figura N° 6. Comparanza de la resistencia a prueba a tracción entre diseños. Fuente: Elaboración autores



Figura N° 7. Tendencia de la capacidad a tracción entre concretos. Fuente: Elaboración autores

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.1 Evaluación referente de los diseños a compresión

Evaluación referente de los diseños con capacidad de oposición a la compresión a los 28 días de prueba.

Prueba de distribución normal

Hipótesis

H1. La distribución de valores no presenta normalidad en función a la capacidad de soportar compresión con 28 días de evaluación.

H0. La distribución de valores presenta normalidad en función a la capacidad de soportar compresión con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H_0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H_0 es aceptada.

TABLA XII

Evaluación de la normalidad en función a la resistencia a la compresión del hormigón con 28 días de evaluación

	Concreto con adición de grafeno	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig
Resistencia del Concreto	C. Base	0.856	3	0.257
	CB + 0.1% NG	0.856	3	0.357
	CB + 0.2% NG	0.856	3	0.524
	CB + 0.3% NG	0.856	3	0.079

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XII se destaca que para cada uno de las configuraciones evaluadas se observan los niveles de significancia que superan el 0.05. Esto evidencia la presencia de normalidad en el patrón de dispersión de los datos en relación a la totalidad de las muestras que pasaron por ensayos de compresión a los 28 días de prueba.

Test de Homocedasticidad

Hipótesis

H_1 : Los diseños no presentan homocedasticidad basado en su capacidad de resistir compresión con 28 días de evaluación.

H_0 : Los diseños muestran homocedasticidad basado en su capacidad de resistir compresión con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H_0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H_0 es aceptada.

TABLA XIII

Evaluación estadística para la homogeneidad de las varianzas de la capacidad a la compresión del hormigón con 28 días de prueba.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig
Resistencia del Concreto	Se basa en la media	5.126	3	8	.059
	Se basa en la mediana	.667	3	8	.596
	Se basa en la mediana y con el gl ajustado	.667	3	3.17	.624
	Se basa en la media recortada	4.425	3	8	.061

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XIII se puede notar que el grado de importancia estadística fue de 0,059. Lo que supera el valor de 0.05 de esta forma se establece que existe homocedasticidad entre las configuraciones evaluadas en función a su capacidad de oposición a la compresión a los 28 días de evaluación. De modo que es posible aplicar el análisis paramétrico ANOVA para determinar si al menos una configuración difiere de los otros conforme a sus valores de capacidad que se lograron mediante los ensayos a compresión de los ejemplares de hormigón de alta resistencia de $F'c = 350$ kg/cm² con 28 días de evaluación.

Test de estadístico ANOVA

Hipótesis

H_1 : Existe al menos un diseño que es distinto a los otros basado en sus resistencias a compresión del hormigón $F'c = 350$ kg/cm² con 28 días de evaluación.

H_0 : No hay distinción entre los diseños basado en sus resistencias a compresión del hormigón $F'c = 350$ kg/cm² con 28 días de evaluación

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H_0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H_0 es aceptada.

TABLA XIV

Evaluación ANOVA en relación con su capacidad de oposición a la compresión del hormigón de resistencia elevada con 28 días de evaluación.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre Grupos	1569.679	3	523.226	11.098	.003
Dentro de Grupos	377.180	8	47.148		
Total	1946.860	11			

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XIV en los valores obtenidos con ANOVA, se nota un nivel de significancia de 0.003. Esto demuestra que, al ser más bajo que 0.05 se concluye que la H_0 no es válida. Lo que implica que al menos un diseño muestra una diferencia al resto en función a los valores de su capacidad de oposición a la compresión del hormigón de resistencia elevada $F'c = 350$ kg/cm² a los 28 días de prueba.

Test de Tukey para comparaciones Post-Hoc con HSD

TABLA XV

Evaluaciones repetidas de la prueba HSD Tukey en referencia a la capacidad de oposición a la compresión del concreto de resistencia elevada con 28 días de evaluación

	(I) Concreto con adición de grafeno	(J) Concreto con adición de grafeno	Diferencias de Medias (I-J)	Error Estandar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite Inferior	Límite Superior
HSD	C. Base	CB + 0.1% NG	-2.123	5.606	.980	-20.07	15.803
		CB + 0.2% NG	-16.216	5.606	.077	-34.17	1.737
		CB + 0.3% NG	-28.260	5.606	.004	-46.21	-10.30
	CB + 0.1% NG	C. Base	2.123	5.606	.980	-15.83	20.077
		CB + 0.2% NG	-14.093	5.606	.132	-32.04	3.860
		CB + 0.3% NG	-26.136	5.606	.007	-44.09	-8.183
	CB + 0.2% NG	C. Base	16.216	5.606	.077	-1.737	34.170
		CB + 0.1% NG	14.093	5.606	.132	-3.860	32.047
		CB + 0.3% NG	-12.043	5.606	.217	-29.99	5.910
	CB + 0.3% NG	C. Base	28.260	5.606	.004	10.306	46.213
		CB + 0.1% NG	26.136	5.606	.007	8.183	44.09
		CB + 0.2% NG	12.043	5.606	.217	-5.910	29.997

Fuente: Elaboración Propia

La prueba demuestra que no hay variaciones significativas entre el concreto base y el concreto base con 0.1% de NG; seguidamente entre el concreto base y el concreto base con 0.2% de NG; de la misma forma entre el concreto con una concentración del 0.1% y el concreto con 0.2% de contenido; y, a su vez, entre el concreto con una concentración del 0.2% y el concreto con 0.3% de concentración de NG. En los restantes análisis comparativos de los diseños, se detectan diferencias significativas, dado que las significancias son menores que el grado de importancia estadística.

TABLA XVI
Medias de las capacidades a oposición a compresión del concreto con 28 de evaluación
HSD Tukey.

	Concreto con adición de grafeno	N	Subconjunto para alfa=0.05	
			1	2
HSD TUKEY ^a	C. Base	3	395.980	
	CB + 0.1% NG	3	398.103	
	CB + 0.2% NG	3	412.196	412.196
	CB + 0.3% NG	3		424.240

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla XVI se destacan las medias de las capacidades de resistir a compresión del hormigón a los 28 días de

prueba consecuente al grupo del concreto base y a los conjuntos que utilizan partículas de grafeno a escala nanométrica dado en incorporaciones en 0.1%, 0.2% y 0.3%. Esto revela que la incorporación del NG eleva la capacidad de resistir compresión del hormigón de resistencia elevada $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ frente al concreto base. Siendo la elaboración del hormigón con 0.3% de NG el que mejor rendimiento tiene. Excepto, en el de 0.1% ya que el incremento no es muy notorio.

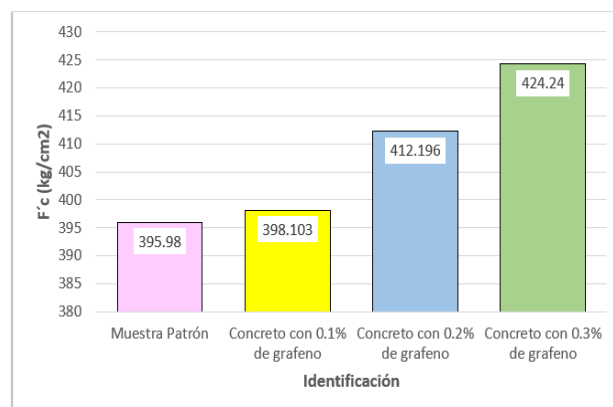


Figura N°8. Mayores promedios

Fuente: Elaboración propia.

En la interpretación de la figura 8 brinda evidencia de manera descriptiva las medias más altas de resistencia a compresión del hormigón de resistencia elevada a los 28 días de prueba, está orientado al diseño del concreto con 0.3% de NG con una media de 424.24 kg/cm². En cambio el de menor valor se encuentra en el concreto base con 395.28 kg/cm².

5.2 Evaluación referente de los diseños a Tracción

Evaluación referente de los diseños con capacidad de oposición a la tracción con 28 días de evaluación.

Prueba de distribución normal

Hipótesis

H1. La distribución de valores no presenta normalidad en función a la capacidad de soportar tracción con 28 días de evaluación.

Ho. La distribución de valores presenta normalidad en función a la capacidad de soportar tracción con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la Ho no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la Ho es aceptada.

TABLA XVII

Evaluación de la normalidad en función a la resistencia a la tracción del hormigón con 28 días de evaluación

		Shapiro-Wilk		
Concreto con adición de grafeno		Estadístico	gl	sig
Resistencia del Concreto	C. Base	.991	3	.821
	CB + 0.1% NG	.759	3	.055
	CB + 0.2% NG	.825	3	.176
	CB + 0.3% NG	.915	3	.433

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XVII se destaca que para cada uno de las configuraciones evaluadas se observan los niveles de significancia que superan el 0.05. Esto evidencia la presencia de normalidad en el patrón de distribución de los resultados en relación a todos los especímenes que pasaron por ensayos de tracción a los 28 días de prueba.

Test de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. Los diseños no presentan homocedasticidad basado en su capacidad de resistir tracción con 28 días de evaluación.

Ho. Los diseños muestran homocedasticidad basado en su capacidad de resistir tracción con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la Ho no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la Ho es aceptada.

TABLA XVIII

Evaluación estadística para la homogeneidad de las varianzas de la capacidad de resistir a la tracción del hormigón con 28 días de prueba.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig
Resistencia del Concreto	Se basa en la media	2.609	3	8	.124
	Se basa en la mediana	.940	3	8	.465
	Se basa en la mediana y con el gl ajustado	.940	3	5.64	.481
	Se basa en la media recortada	2.465	3	8	.137

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XVIII se puede notar que el grado de importancia estadística fue de 0,124. Lo que supera el valor de 0.05 de esta forma se establece que existe homocedasticidad entre las configuraciones evaluadas en función a su capacidad de oposición a la tracción a los 28 días de evaluación. De modo que es posible aplicar el análisis paramétrico ANOVA para determinar si al menos una configuración difiere de los

otros conforme a sus valores de capacidad que se lograron mediante los ensayos a tracción de los ejemplares de hormigón de alta resistencia de $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación.

Test de estadístico ANOVA

Hipótesis

H1: Existe al menos un diseño que es distinto a los otros basado en sus resistencias a tracción del hormigón $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación.

Ho: No hay distinción entre los diseños basado en sus resistencias a tracción del hormigón $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la Ho no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la Ho es aceptada.

TABLA XIX

Evaluación ANOVA en relación con su capacidad de oposición a la tracción del hormigón de resistencia elevada con 28 días de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre Grupos	78.355	3	26.118	51.166	.001
Dentro de Grupos	4.04	8	.510		
Total	82.439	11			

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XIX en los valores obtenidos con ANOVA, se nota un nivel de significancia de 0.001. Esto demuestra que, al ser más bajo que 0.05 se concluye que la Ho no es válida. Lo que implica que al menos un diseño muestra una diferencia al resto en función a los valores de su capacidad de oposición a la tracción del hormigón de resistencia elevada $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de prueba.

Test de Tukey para comparaciones Post-Hoc con HSD

TABLA XX

Evaluaciones repetidas de la prueba HSD Tukey en referencia a la capacidad de oposición a la tracción del concreto de resistencia elevada con 28 días de evaluación

	(I) Concreto con adición de grafeno	(J) Concreto con adición de grafeno	Diferencias de Medias (I-J)	Error Estandar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite Inferior	Límite Superior
C	Base	CB + 0.1% NG	-2.173	.58336	.024	-4.041	-.3052
		CB + 0.2% NG	-4.066	.58336	<.001	-5.934	-2.198
		CB + 0.3% NG	-6.956	.58336	<.001	-8.824	-5.088
HSD	CB + 0.1% NG	C. Base	2.173	.58336	.024	-.3052	4.041
		CB + 0.2% NG	-1.893	.58336	.053	-3.761	-.0252
		CB + 0.3% NG	-4.783	.58336	<.001	-6.651	-2.915
T U K E Y	CB + 0.2% NG	C. Base	4.066	.58336	<.001	2.198	5.934
		CB + 0.1% NG	1.893	.58336	.053	-.0252	3.761
		CB + 0.3% NG	-2.890	.58336	.005	-4.758	-1.021
	CB + 0.3% NG	C. Base	6.956	.58336	<.001	5.088	8.824
		CB + 0.1% NG	4.783	.58336	<.001	2.915	6.651
		CB + 0.2% NG	2.890	.58336	.005	1.021	4.758

Fuente: Elaboración Propia

Las comparaciones múltiples Post-Hoc HSD de Tukey demuestra que no hay variaciones significativas entre el concreto con una concentración del 0.1% y el concreto con 0.2% de contenido. En los restantes análisis comparativos de los diseños, se detectan diferencias significativas, dado que las significancias son menores que el grado de importancia estadística.

TABLA XXI
Medias de las capacidades a oposición a tracción del concreto con 28 de evaluación de HSD TUKEY

	Concreto con adición de grafeno	N	Subconjunto para alfa=0.05			
			1	2	3	4
HSD TUKEY	C. Base	3	24.913			
	CB + 0.1% NG	3		27.086		
	CB + 0.2% NG	3			28.980	
	CB + 0.3% NG	3				31.870

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de resultados de la tabla XXI se destacan las medias de la resistencia a tracción del hormigón de resistencia a los 28 días de prueba consecuente al grupo del concreto base y a los conjuntos que utilizan partículas de grafeno a escala nanométrica dado en incorporaciones en 0.1%, 0.2% y 0.3%. Esto revela que la incorporación del NG eleva la capacidad de resistir a la

tracción del hormigón de resistencia elevada $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ frente al concreto base. Siendo la elaboración del hormigón con 0.3% de NG el que mejor rendimiento tiene.

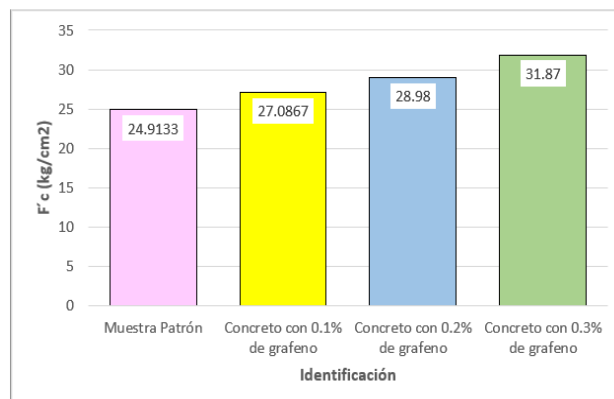


Figura N°9. Mayores promedios

Fuente: Elaboración propia.

En la interpretación de la figura 9 brinda evidencia de manera descriptiva las medias más altas de resistencia a tracción del hormigón de resistencia elevada a los 28 días de prueba, está orientado al diseño del concreto con 0.3% de NG con una media de 31.87 kg/cm². En cambio el de menor valor se encuentra en el concreto base con 24.9133 kg/cm².

5.3 Evaluación referente de los diseños a flexión

Evaluación referente de los diseños con capacidad de oposición a la flexión con 28 días de evaluación.

Prueba de distribución normal

Hipótesis

H1. La distribución de valores no presenta normalidad en función a la capacidad de soportar flexión con 28 días de evaluación.

H0. La distribución de valores presenta normalidad en función a la capacidad de soportar flexión con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H0 es aceptada.

TABLA XXII
Evaluación de la normalidad en función a la resistencia a la flexión del hormigón con 28 días de evaluación

Concreto con adición de grafeno		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	sig
Resistencia del Concreto	C. Base	0.964	3	0.637
	CB + 0.1% NG	1.000	3	1.000
	CB + 0.2% NG	1.000	3	1.000
	CB + 0.3% NG	0.964	3	0.637

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XXII se destaca que para cada uno de las configuraciones evaluadas se observan los niveles de significancia que superan el 0.05. Esto evidencia la presencia de normalidad en el patrón de distribución de los resultados en relación a todos los especímenes que pasaron por ensayos de flexión a los 28 días de prueba.

Test de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. Los diseños no presentan homocedasticidad basado en su capacidad de resistir flexión con 28 días de evaluación.

H0. Los diseños muestran homocedasticidad basado en su capacidad de resistir flexión con 28 días de evaluación.

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H0 es aceptada.

TABLA XXIII

Evaluación estadística para la homogeneidad de las varianzas de la capacidad de resistir a la flexión del hormigón con 28 días de prueba.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig
Resistencia del Concreto	Se basa en la media	.485	3	8	.702
	Se basa en la mediana	.167	3	8	.916
	Se basa en la mediana y con el gl ajustado	.167	3	6.40	.915
	Se basa en la media recortada	.460	3	8	.718

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XXIII se puede notar que el grado de importancia estadística fue de 0,702. Lo que supera el valor de 0.05 de esta forma se establece que existe homocedasticidad entre las configuraciones evaluadas en función a su capacidad de oposición a la flexión a los 28 días de evaluación. De modo que es posible aplicar el análisis paramétrico ANOVA para determinar si al menos una configuración difiere de los otros conforme a sus valores de capacidad que se

lograron mediante los ensayos a flexión de los ejemplares de hormigón de alta resistencia de $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación.

Test de estadístico ANOVA

Hipótesis

H1: Existe al menos un diseño que es distinto a los otros basado en sus resistencias a flexión del hormigón $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación.

H0: No hay distinción entre los diseños basado en sus resistencias a flexión del hormigón $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con 28 días de evaluación

Grado de importancia estadística

0,05

Consideraciones a tener en cuenta para interpretar

Si Sig. < 0,05 la H0 no es aceptada.

Si Sig. > 0,05 la H0 es aceptada.

TABLA XXIV

Evaluación ANOVA en relación con su capacidad de oposición a la flexión del hormigón de resistencia elevada con 28 días de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre Grupos	35.910	3	11.970	5.963	.004
Dentro de Grupos	8.030	8	2.008		
Total	43.940	11			

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de datos de la tabla XXIV en los valores obtenidos con ANOVA, se nota un nivel de significancia de 0.004. Esto demuestra que, al ser más bajo que 0.05 se concluye que la H0 no es válida. Lo que implica que al menos un diseño muestra una diferencia al resto en función a los valores de su capacidad de oposición a la flexión del hormigón de resistencia elevada $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de prueba.

Test de Tukey para comparaciones Post-Hoc con HSD

TABLA XXV

Evaluaciones repetidas de la prueba HSD Tukey en referencia a la capacidad de oposición a la flexión del concreto de resistencia elevada con 28 días de evaluación

	(I) Concreto con adición de grafeno	(J) Concreto con adición de grafeno	Diferencias de Medias (I-J)	Error Estandar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite Inferior	Límite Superior
HSD	C. Base	CB + 0.1% NG	-1.667	1.0540	.439	-5.042	1.708
		CB + 0.2% NG	-3.667	1.0540	.034	-7.042	-.2911
		CB + 0.3% NG	-6.333	1.0540	.001	-9.708	-2.957
	CB + 0.1% NG	C. Base	1.667	1.0540	.439	-1.708	5.042
		CB + 0.2% NG	-2.000	1.0540	.301	-5.375	1.375
		CB + 0.3% NG	-4.667	1.0540	.009	-8.042	-1.291
	CB + 0.2% NG	C. Base	-3.667	1.0540	.034	-.2911	7.042
		CB + 0.1% NG	2.000	1.0540	.301	-1.375	5.375
		CB + 0.3% NG	-2.667	1.0540	.129	-6.042	.708
T U K E Y	CB + 0.3% NG	C. Base	6.333	1.0540	.001	2.957	9.708
		CB + 0.1% NG	4.667	1.0540	.009	1.291	8.042
		CB + 0.2% NG	2.667	1.0540	.129	-.708	6.042

Fuente: Elaboración Propia

Las comparaciones múltiples Post-Hoc HSD de Tukey demuestra que no hay variaciones significativas entre el concreto base y el concreto base con 0.1% de NG; de la misma forma entre el concreto con una concentración del 0.1% y el concreto con 0.2% de contenido; y, a su vez, entre el concreto con una concentración del 0.2% y el concreto con 0.3% de concentración de NG. En los restantes análisis comparativos de los diseños, se detectan diferencias significativas, dado que las significancias son menores que el grado de importancia estadística.

TABLA XXVI
Medias de las capacidades a oposición a flexión del concreto con 28 de evaluación de HSD TUKEY

	Concreto con adición de grafeno	N	Subconjunto para alfa=0.05		
			1	2	3
	C. Convencional	3	52.300		
HSD	CP + 0.1% NG	3	54.400	54.400	
TUKEY ^o	CC + 0.2% NG	3	54.400	56.200	56.200
	CC + 0.3% NG	3			58.600

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de resultados de la tabla XXVI se destacan las medias de la resistencia a flexión del hormigón de resistencia a los 28 días de prueba consecuente al grupo del concreto base y a los conjuntos que utilizan partículas de grafeno a escala nanométrica dado en incorporaciones en 0.1%, 0.2% y 0.3%. Esto revela que la

incorporación del NG eleva la capacidad de resistir a la flexión del concreto de resistencia elevada $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ frente al concreto base. Siendo la elaboración del hormigón con 0.3% de NG el que mejor rendimiento tiene.

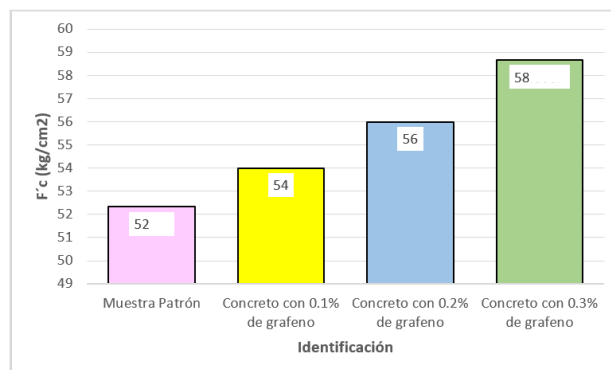


Figura N°10 Mayores promedios

Fuente: Elaboración propia.

En la interpretación de la figura 10 brinda evidencia de manera descriptiva las medias más altas de resistencia a flexión del hormigón de capacidad elevada a los 28 días de prueba, está orientado al diseño del concreto con 0.3% de NG con una media de 58.667 kg/cm². En cambio el de menor valor se encuentra en el concreto base con 52.33 kg/cm².

CONCLUSIONES

Se evaluaron las características relativo a los agregados del concreto de resistencia elevada, utilizando partículas de grafeno a escala nanométrica, en función con el peso del material cementoso según el diseño de mezcla.

Por el contrario, el hormigón convencional presentó una resistencia a los esfuerzos de compresión de 395,98 kg/cm² después de 28 días, a su vez el hormigón incluía concentraciones de nanopartículas en 0.1%, 0.2% y 0.3% en función con el peso del material cementoso obtuvo valores de 398,10 kg/cm², 412,20 kg/cm² y 424,24 kg/cm², respectivamente. La resistencia a la fractura alcanzado por el concreto estándar fue de 52,30 kg/cm². El concreto agregando 0,1%, 0,2% y 0,3% alcanzaron módulos de rotura de 54,40 kg/cm², 56,20 kg/cm² y 58,60 kg/cm² a 28 días respectivamente. El concreto base alcanzó una resistencia a tracción con un valor 24,91 kg/cm², de la misma forma los hormigones con la adición 0,1%, 0,2% y 0,3% de añadidura de nanopartículas consiguieron resistencias de 27,09 kg/cm², 28,98 kg/cm² y 31,87 kg/cm², respectivamente.

La inclusión del grafeno en 0,3% en función del peso del material cementante de la preparación de la mezcla demostró ser óptima y produjo una mejora del 7,13% en la capacidad a compresión, un acrecentamiento del 12,05% en la capacidad a flexión con un incremento del

27,94% en la capacidad a tracción en relación con el concreto patrón.

Los resultados demuestran que adicionar nanopartículas de grafeno mejora la integridad estructural de los diseños de mezclas de concreto en una distribución óptima perteneciente al 0,3% respecto al peso del componente cementoso. Este nanomaterial demuestra su utilidad en diversas aplicaciones sociales. Por otra parte, la investigación llevada a cabo en nuestro país a través de RENACYT está investigando la utilización de residuos de madera, abordando así la disminución de la contaminación ambiental y empleando estos residuos para mejorar los materiales nanotecnológicos, lo que ofrece una perspectiva para aliviar la contaminación ambiental con la relación a la ingeniería civil. [15].

AGRADECIMIENTOS

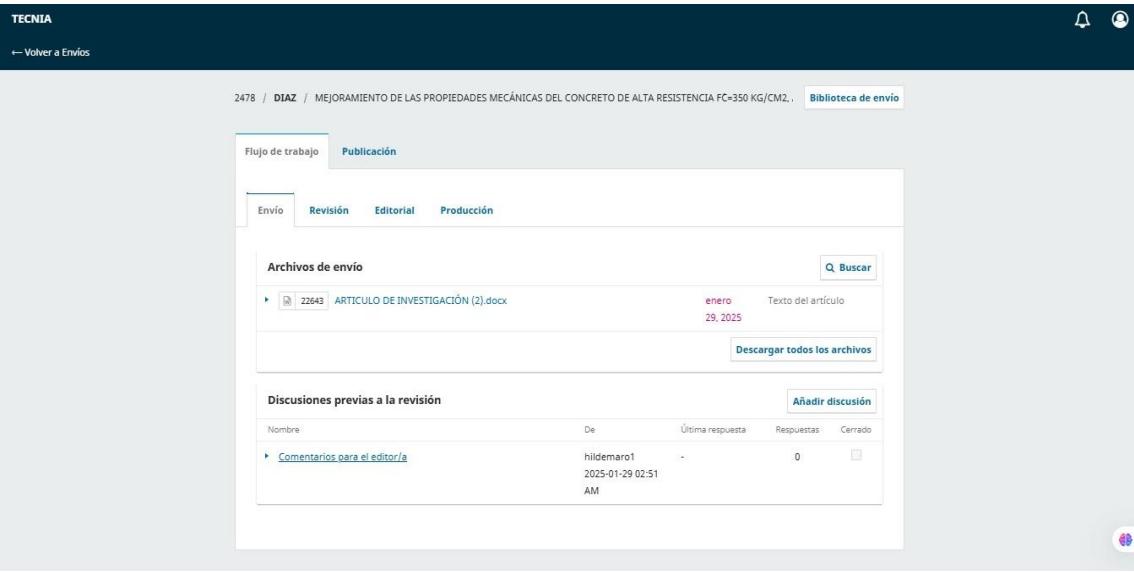
A todos los que fueron parte para el desarrollo de esta Investigación.

REFERENCIAS

- [1] R. Benavides. “Crecimiento cuatuplicado en inversión en infraestructura de transporte”. Sociedad Nacional de Construcción e Infraestructura. Set. 2024
- [2] C. Herrera, C. Mercado & M. Angulo, “Módulo de elasticidad resistencia a la compresión del concreto”. Oct. 2019.
- [3] A. Pourrahimi, M. Liu, D. Pallon, L. Andersson, R. Abad, M. Ankarcrona & R. Olsson. “Graphene oxide/polyurethane nanocomposite coatings for solid surfaces: The interplay between polymer matrix and graphene oxide”. *Journal of Materials Chemistry* vol.23. 11854-11863. 2017.
- [4] F. Lea. “Lea's Chemistry of Cement and Concrete”. Butterworth-Heinemann. 2019.
- [5] S. Dalal & P. Dalal. “Experimental Investigation on Strength and Durability of Graphene Nanoengineered Concrete”. *Construction and Building Materials*, pp. 276. 2021.
- [6] Z. Wei, Y. Wang, M. Qi, J. Bi, S. Yang & X. Yuan. “The role of sucrose on enhancing 56 properties of graphene oxide reinforced cement composites containing fly ash”. *Construction and Building Materials*, pp. 293. 2021
- [7] L.WJ, W. JJ, & F. X. “Dynamic Mechanical Properties and Microstructure of Graphene Oxide Nanosheets Reinforced Cement Composites”. *Nanomaterials*. 2017.
- [8] Z. Jiang, O. Sevim, & O. Ozbulut. “Mechanical properties of graphene nanoplatelets-reinforced concrete prepared with different dispersion techniques”. *El Sevier, Construction and Building Materials*, vol. 303, p. 124472. 2021.
- [9] R. Horta, J. de Paula & J. Calixto. “Avaliação das propriedades mecânicas na fratura de pastas de cimento com adição de óxido de grafeno”. *Matéria (Rio de Janeiro)*, vol. 27, pp. 142. 2022.
- [10] G. Ribeiro. “Análise das propriedades físicas e mecânicas de concretos com adição de óxido de grafeno”. *Fundacao Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul*. 2023.
- [11] K. Orihuela, O. Flores, R. Ugaz & G. León. “Investigación científica del grafeno en la industria de la construcción” (estado del arte). *Ingeniería Industrial*. 2022.
- [12] R. Pinho. “Influência da incorporação de óxido de grafeno rico em carbonila nas propriedades mecânicas do concreto”. In: *ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, vol. 20. 2024.
- [13] R. dos Santos, W. Lima, L. Villela. “Adição de óxido de grafeno em compósitos de cimento Portland: oportunidades de pesquisa”. *Caderno Pedagógico*. vol. 21, no 8, p. e6601-e6601. 2024.
- [14] Hernández. “Metodología de la Investigación”, México D.F: Mc Graw Hill Education, 2018.
- [15] Torres, F. “Producción del grafeno a partir de desechos forestales”, Peru; PUCP, 2021.

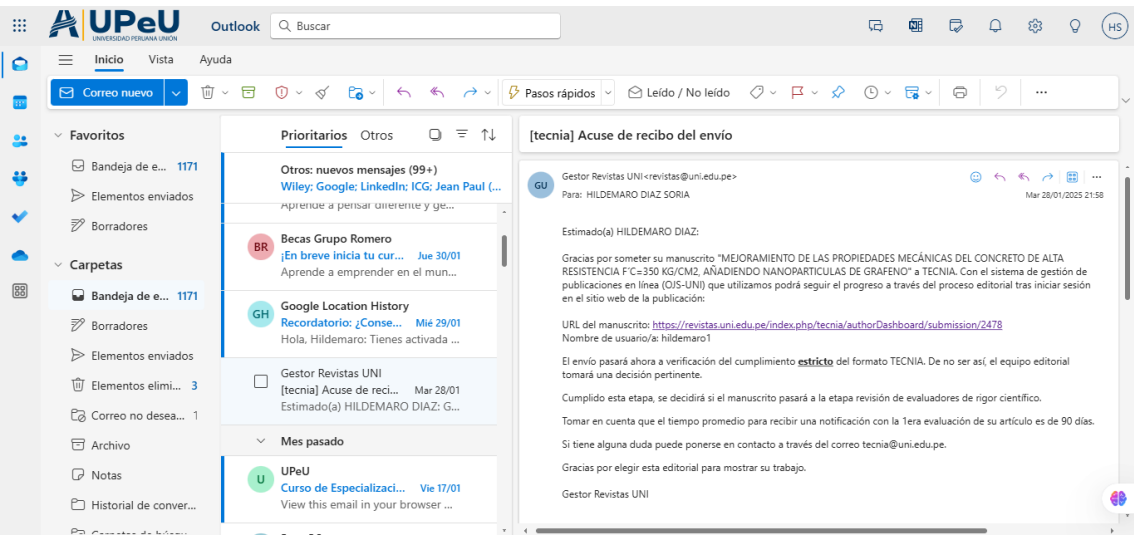
SUMISION DEL ARTÍCULO

En la siguiente captura de pantalla de la revista TECNIA a la cual fue sometida el artículo científico, se puede evidenciar que el envío se realizó satisfactoriamente.



EVIDENCIA DE LA SUMISION DEL ARTICULO

La siguiente captura de pantalla, muestra la respuesta favorable por parte de la Revista TECNIA.





“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

RESOLUCIÓN N° 0769-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 07 de octubre de 2024

VISTO:

El expediente de **Flores Ramirez, Yort Eli**, identificado(a) con Código Universitario N° 201521990, **Diaz Soria, Hildemaro**, identificado(a) con Código Universitario N° 201522025 y **Velasquez Silvera, Jean Paul**, identificado(a) con Código Universitario N° 201522005, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Flores Ramirez, Yort Eli, Diaz Soria, Hildemaro y Velasquez Silvera, Jean Paul**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, añadiendo nanopartículas de Grafeno” y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

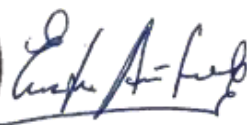
Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 07 de octubre de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado “**Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, añadiendo nanopartículas de Grafeno**” y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al (a la) **Ing. David Diaz Garamendi** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Armin Quintana Sánchez** y **Dr. Leopoldo Choque Flores**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



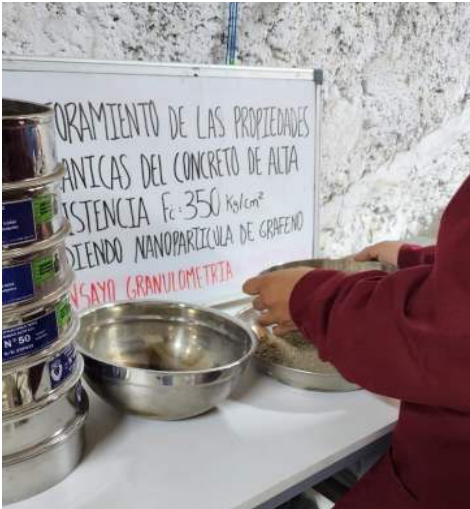

Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA




Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo

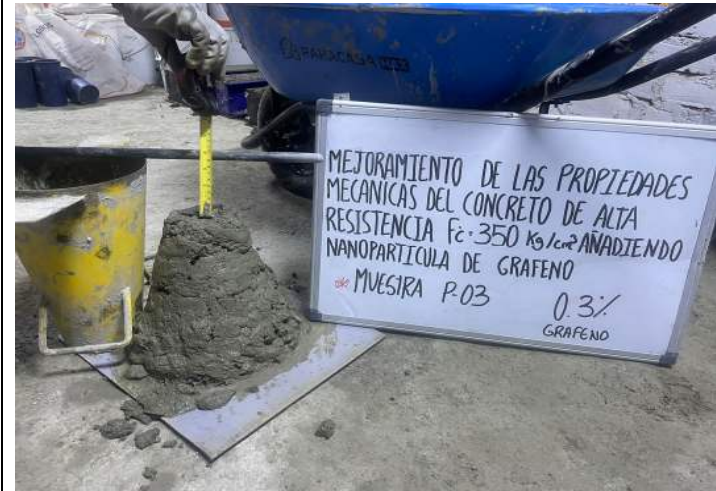
ANEXOS

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia f'c=350 kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"		
		
Foto N°:	1	Foto N°:
Descripción :		2
ENSAYO DE AANALISIS GRANULOMETRICO DE AG Y AF		CLASIFICACION DE AG

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia f'c=350 kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"		
		
Foto N°:	3	Foto N°:
Descripción :		4
PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO		PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO		2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia f'c=350 kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"			
			
Foto N°:	5	Foto N°:	6
Descripción :		Descripción :	
DISEÑO DE MEZCLA		PESO DE NANOPARTICULAS DE GRAFENO	

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO		2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia f'c=350 kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"			
			
Foto N°:		7	Foto N°:
Descripción :			8
ADICION DE NANOPARTICULAS DE GREFNO AL PESO DE CEMENTO		ELABORACION DE MEZCLAS	

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL AA.HH. VILLA ESCUDERO, DISTRITO DE MI PERU - CALLAO - CALLAO - CUI 2334699"		
 		
Foto N°:	9	Foto N°:
Descripción :		10
DESCRIPCION :		
ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE MEZCLA DE CONCRETO		ELABORACION DE PROBETAS Y VIGAS

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia f'c=350 kg/cm², añadiendo nanopartículas de grafeno"		
 		
Foto N°:	11	Foto N°:
Descripción :		12
DESCRIPCION :		
CURADO DE VIGAS Y PROBETAS		ENSAYOS EN MUESTRA PATRON

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"		
		
Foto N°:	13	Foto N°:
Descripción :		Descripción :
TOMA DE MEDIDAS EN VIGAS		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024
ARTICULO: "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia $f'c=350$ kg/cm2, añadiendo nanopartículas de grafeno"		
		
Foto N°:	15	Foto N°:
Descripción :		Descripción :
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

DICIEMBRE	PANEL FOTOGRAFICO	2024	
ARTICULO: "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL AA.HH. VILLA ESCUDERO, DISTRITO DE MI PERU - CALLAO - CALLAO - CUI 2334699"			
			
Foto N°:	17	Foto N°:	18
Descripción :		Descripción :	
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	

INFORME DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.01

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-01 / Ver.00

PAGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia F'c = 350 kg/cm2, agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Díaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	Profundidad (m)	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamaño máximo Nominal	No.4	
Masa de tara	(g)	160,2
Masa tara + muestra húmeda	(g)	861,4
Masa tara + muestra seca	(g)	839,2
Masa de agua	(g)	22,2
Masa de suelo seco	(g)	679
Contenido de humedad	(%)	3,3

Fecha de ensayo: 2024-08-22

Observaciones: Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma NTP 400.022 Determinación del contenido de humedad en agregados
Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Naña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
 Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales		 Fiorella Maira Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP N° 117129	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.01

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-02 / Ver.00

PÁGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Designación Tamiz		% retenido en cada Tamiz	% retenido acumulado por tamiz	% que pasa acumulado por tamiz
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75,00	0	0	100
2 in.	50,00	0	0	100
1 1/2 in.	37,50	0	0	100
1 in.	25,00	0	0	100
3/4 in.	19,00	0	0	100
1/2 in.	12,50	0	0	100
3/8 in.	9,50	0	0	100
No. 4	4,75	2	2	98
No. 8	2,36	18	21	79
No. 16	1,18	22	43	57
No. 30	0,600	19	62	38
No. 50	0,300	14	76	24
No. 100	0,150	9	85	15
No. 200	0,075	5,4	90,2	9,8

Distribución Granulométrica

% Grava	GG%		0,0	
	GF%		2,4	2,4
% Arena	AG%		18,2	
	AM%		41,4	
	AF%		28,3	87,9
% Finos			—	9,8

Preparación de muestra

Secada al aire		
Secada al horno		X

Módulo de Fineza : 2,88

Fecha de Ejecución : 2024-08-26



Observaciones : Ensayo con fines de investigación.

Norma	NTP 400.012	Métodos de ensayo para análisis granulométrico de agregados gruesos y finos
Tel.: 923 729 400	correo: servilab.civil@upeu.edu.pe	Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

Gravedad específica y absorción en agregados finos

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.01

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-04 / Ver.00

PÁGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia $F'c = 350$ kg/cm ² , agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO FINO		
Masa de la muestra - superficie saturada (S)	g	500,0
Masa de fiola lleno con agua (B)	g	638,1
Masa de fiola + muestra lleno con agua (C)	g	948,2
Masa del material seco (A)	g	490,2
Masa del material seco constante (A)	g	490,2
Densidad Relativa (gravedad específica)(OD)		2,58
Densidad Relativa (gravedad específica)(SSD)		2,63
Densidad Relativa Aparente (gravedad específica)		2,72
Porcentaje de absorción	(%)	2,0

Fecha de ensayo: 2024-08-27
Procedimiento utilizado: Gravimétrico

Observaciones : Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma: NTP 400.022 Agregados. Determinación de la gravedad específica y absorción de agua en agregados finos
Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antezana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.01

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-03 / Ver.00

PÁGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia $F'c = 350$ kg/cm ² , agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Fino		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			Promedio
		1	2	3	
Masa del recipiente + muestra	(g)	18937,0	19000	18994,0	-
Masa del recipiente	(g)	4824,0	4824	4824,0	
Masa de la muestra	(g)	14113,0	14176	14170,0	
Volúmen del recipiente	(cm ³)	9460,0	9460	9460,0	
Peso unitario suelto	(g/cm ³)	1,49	1,50	1,50	1,50

PESO UNITARIO COMPACTADO					
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			Promedio
		1	2	3	
Masa del recipiente + muestra	(g)	20122,0	20198	20133,0	-
Masa del recipiente	(g)	4824,0	4824	4824,0	
Masa de la muestra	(g)	15298,0	15374	15309,0	
Volúmen del recipiente	(cm ³)	9460,0	9460	9460,0	
Peso unitario compactado	(g/cm ³)	1,62	1,63	1,62	1,62

Observaciones : Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma NTP 400.017

Agregados. Determinación del peso unitario y porcentaje de vacíos

Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe

Ubicación: Carretera Central Km 19,5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella M. Zapata Antezana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADOS

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.02

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-01 / Ver.00

PÁGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	Profundidad (m)	-

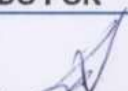
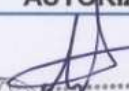
RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamaño máximo Nominal	1 ½ in.	
Masa de tara	(g)	227
Masa tara + muestra húmeda	(g)	6618
Masa tara + muestra seca	(g)	6593
Masa de agua	(g)	25
Masa de suelo seco	(g)	6366
Contenido de humedad	(%)	0,4

Fecha de ensayo: 2024-08-22

Observaciones: Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma NTP 400.022 Determinación del contenido de humedad en agregados
Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
 Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales		 Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP. N° 191793	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

CODIGO DE SERVICIO

0010-2024-SLIC.02

FORMATO/VERSIÓN

N-LCEM-02 / Ver.00

PÁGINA

1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia F'c = 350 kg/cm2, agregando nanopartículas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

Designación Tamiz		% retenido en cada Tamiz	% retenido acumulado por tamiz	% que pasa acumulado por tamiz
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75,00	0	0	100
2 in.	50,00	0	0	100
1 ½ in.	37,50	0	0	100
1 in.	25,00	10	10	90
¾ in.	19,00	56	67	33
½ in.	12,50	31	97	3
3/8 in.	9,50	1	99	1
No. 4	4,75	1	99	1
No. 8	2,36	1	100	0
No. 16	1,18	0	100	0
No. 30	0,600	0	100	0
No. 50	0,300	0	100	0
No. 100	0,150	0	100	0
No. 200	0,075	0,0	100,0	0,0

Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	66,5	99,4
	GF%	32,9	
% Arena	AG%	0,6	0,6
	AM%	0,0	
	AF%	0,0	
% Finos		—	0,0

Preparación de muestra

Secada al aire		
Secada al horno		X

Módulo de Fineza	:	7,65
------------------	---	------

Fecha de Ejecución : 2024-08-26



Observaciones : Ensayo con fines de investigación.

Norma	NTP 400.012	Métodos de ensayo para análisis granulométrico de agregados gruesos y finos
Tel.:	923 729 400	correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:		FIRMA:	
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella M. Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

 SERVILAB - EP ING CIVIL	INFORME DE ENSAYO Gravedad específica y absorción en agregados gruesos	CODIGO DE SERVICIO
		0010-2024-SLIC.02
		FORMATO/VERSIÓN
		N-LCEM-05 / Ver.00
		PÁGINA
		1/1

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia F'c = 350 kg/cm2, agregando nanoparticulas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

AGREGADO GRUESO		
Masa de la muestra - superficie saturada (B)	g	5435,0
Masa de la muestra superficie saturada en el agua (C)	g	3561,0
Masa del material seco (A)	g	5402,0
Masa del material seco constante (A)	g	5402,0
Densidad Relativa (gravedad especifica)(OD)		2,88
Densidad Relativa (gravedad especifica)(SSD)		2,90
Densidad Relativa Aparente (gravedad especifica)		2,93
Porcentaje de absorción	(%)	0,6

Tamaño Máximo Nominal: 1 in.
Fecha de ensayo: 2024-08-27

Observaciones : Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma NTP 400.021 Agregados. Determinación de la gravedad específica y absorción de agua en agregados gruesos
Telf.: 923 729 400 correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:	  Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales	FIRMA:	  Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG CIP N°191793
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio

 SERVILAB - EP ING CIVIL	INFORME DE ENSAYO		CODIGO DE SERVICIO	
	PESO UNITARIO DE AGREGADOS		0010-2024-SLIC.02	
			FORMATO/VERSIÓN	
			N-LCEM-03 / Ver.00	
			PÁGINA	
		1/1		

NOMBRE DEL PROYECTO	Tesis: "Mejoramiento de las propiedades Mecánica de Concreto de Alta resistencia F'c = 350 kg/cm2, agregando nanoparticulas de Grafeno".		
UBICACIÓN	-	FECHA DE RECEPCIÓN :	2024-08-21
CLIENTE	Hildemaro Diaz Soria - Jean Pool Velásquez	FECHA DE INFORME :	2024-09-09

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación	Agregado Grueso		
Muestra	-	PROFUNDIDAD	-

RESULTADOS DEL ENSAYO

PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			Promedio
		1	2	3	
Masa del recipiente + muestra	(g)	18658,0	18574	18652,0	-
Masa del recipiente	(g)	4824,0	4824	4824,0	
Masa de la muestra	(g)	13834,0	13750	13828,0	
Volúmen del recipiente	(cm³)	9460,0	9460	9460,0	
Peso unitario suelto	(g/cm³)	1,46	1,45	1,46	1,46

PESO UNITARIO COMPACTADO					
MUESTRA		IDENTIFICACIÓN			Promedio
		1	2	3	
Masa del recipiente + muestra	(g)	20704,0	20831	20716,0	-
Masa del recipiente	(g)	4824,0	4824	4824,0	
Masa de la muestra	(g)	15880,0	16007	15892,0	
Volúmen del recipiente	(cm³)	9460,0	9460	9460,0	
Peso unitario compactado	(g/cm³)	1,68	1,69	1,68	1,68

Observaciones : Ensayo realizado con fines de investigación.

Norma	NTP 400.017	Agregados. Determinación del peso unitario y porcentaje de vacíos
Telf.:	923 729 400	correo: servilab.civil@upeu.edu.pe Ubicación: Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica UPeU - Área de Ingeniería

REALIZADO POR		AUTORIZADO POR	
FIRMA:	  Laboratorio de Concreto y Ensayo de Materiales	FIRMA:	  Fiorella M. Zapata Antesana INGENIERA CIVIL REG. CIP N°191793
Nombre :	Luis Eduardo Suarez Muedas	Nombre :	Fiorella Maira Zapata Antesana
Cargo :	Coordinador de SERVILAB	Cargo :	Jefe de Laboratorio



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-DM-47-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM2, AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 24/09/2024

DISEÑO DE MEZCLA

I.- Datos

Cantera Agregado Fino - Grueso
Cemento Tipo I

Resistencia Especif., f_c = 350 Kg/cm2
Peso Especifico cemento = 3.13 gr/cc
Relación, A/C = 0.45

II.- Características de los Agregados

AGREGADO FINO		
Tam. Máximo	-	
Peso específico (SSD)	2.580	Tn/m³
Peso unitario compactado	1620	kg/m³
Peso unitario suelto	1500	kg/m³
Absorción	2.00	%
Humedad (w)	3.30	%
Módulo de finesa	2.88	

AGREGADO GRUESO		
Tam. Máximo	1	
Peso específico (SSD)	2.880	Tn/m³
Peso unitario compactado	1680	kg/m³
Peso unitario suelto	1460	kg/m³
Absorción	0.60	%
Humedad (w)	0.40	%
Módulo de finesa	7.65	

III.- Procesamiento

Materiales	Cantidad	
Cemento tipo I	400	Kg.
Agua	180	Lt.
Agregado grueso	1008	Kg.
Agregado fino	883	Kg.
TOTAL	2471	kg/m³

Calculo por Volumen		
Cemento tipo I	0.128	Kg.
Agua	0.180	Lt.
Agregado grueso	0.350	Kg.
TOTAL	0.658	Kg.
Agregado fino	0.342	kg/m³

PORCENTAJE DE LOS AGREGADOS	ARENA(%)	GRAVA(%)
	47	53

Bolsas de Cemento x m3 de Concreto		
N° Bolsas	9.4	Bls/m3

Valores por metro cúbico / Seco		
Cemento tipo I	400	kg
Agua	180	Lt.
Agregado fino seco	883	kg.
Agregado grueso seco	1008	kg.
TOTAL	2471	

Corrección por Humedad y absorción / m³		
Cemento tipo I	400	kg/m³
Agua corregida	171	lt/m³
Agregado fino	912	kg/m³
Agregado grueso	1012	kg/m³
Peso del concreto	2495	

IV.- Proporciones Finales

Proporción en peso por saco		
Cemento tipo I	42.5	kg / saco
Agregado Fino	96.9	kg / saco
Agregado Grueso	107.5	kg / saco
Agua	18.1	L / saco

Proporción en Volumen		
Cemento tipo I	1	p3
Agregado Fino	2.3	p3
Agregado Grueso	2.5	p3
Agua	18	Lt.

NOTA :

- Los valores arriba mostrados estan complementados con las carateristicas fisicas de los agregados
- El uso e interpretacion de los resultados, es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestra es de procedencia y ensayos de los agregados son datos entregados por el cliente.

Realizado por : CM
Aprobado por : HA




HENRY AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908



950123172



CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO



ESCON.INFORME@GMAIL.COM



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCC-41-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM², AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 24/09/2024

ASUNTO : Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos de Concreto - ASTM C39

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM²

RESULTADO :

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Fecha de Ensayo	Tipo de Falla	Carga Maxima (kgf)	Área del Testigo (cm²)	Resistencia del Mortero (kg/cm²)	Resistencia del Mortero Promedio (kg/cm²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	7	01/10/2024	2	21479	80.02	268.42	268
P-2					2	20717	80.50	257.35	
P-3					3	22253	80.00	278.16	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	7	02/10/2024	3	23858	80.00	298.23	284
P-2					2	21963	80.05	274.37	
P-3					3	22460	80.06	280.54	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	7	02/10/2024	5	25387	80.00	317.34	323
P-2					3	26391	80.05	329.68	
P-3					2	25660	80.00	320.75	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	7	03/10/2024	2	26580	80.00	332.25	327
P-2					3	26587	80.00	332.34	
P-3					5	25358	80.06	316.74	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.
- La velocidad de ensayo fue de 2.0 kN/s en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-12.



Realizado por
Aprobado por

: CM
: HA



950123172



CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO



ESCON.INFORME@GMAIL.COM

Henry Ahuanari Silva

**HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908**



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCF-60-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM²,
AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 04/10/2024

ASUNTO : Método de Prueba Estandarpara la Resistencia a la flexion ASTM C78

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM²

RESULTADO :

RESISTENCIA A FLEXION											
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Dias)	Fecha de Ensayo	Lugar de falla	Carga Maxima (kgf)	Ancho de la Viga (cm)	Altura de la Viga (cm)	Longitud del Tramo (cm)	Modulo de Rotura (kg/cm ²)	Modulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	7	01/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3302	15.00	15.00	45.00	44	44
P-2					Dentro del Tercio Medio	3285	15.00	15.00	45.00	44	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	7	02/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3364	15.00	15.00	45.00	45	45
P-2					Dentro del Tercio Medio	3402	15.00	15.00	45.00	45	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	7	02/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3464	15.00	15.00	45.00	46	46
P-2					Dentro del Tercio Medio	3402	15.00	15.00	45.00	45	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	7	03/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3602	15.00	15.00	45.00	48	48
P-2					Dentro del Tercio Medio	3580	15.00	15.00	45.00	48	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.



Realizado por
Aprobado por

CM
HA

HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM², AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 04/10/2024

ASUNTO : Método de Ensayo de Resistencia a la Traccion indirecta del concreto - ASTM C496

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM²

RESULTADO :

RESISTENCIA A LA TRACCION									
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Dias)	Fecha de Ensayo	Carga Maxima (kgf)	Longitud (cm)	Dimension (cm)	Resistencia a la traccion (kg/cm ²)	Resistencia a la traccion Promedio (kg/cm ²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	7	01/10/2024	11210	30.00	15.00	15.86	14
P-2					9972	30.00	15.00	14.11	
P-3					9170	30.00	15.00	12.97	
P-1	24/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	7	01/10/2024	10965	30.00	15.00	15.51	16
P-2					10950	30.00	15.00	15.49	
P-3					10958	30.00	15.00	15.50	
P-1	24/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	7	01/10/2024	11335	30.00	15.00	16.04	17
P-2					12040	30.00	15.00	17.03	
P-3					11920	30.00	15.00	16.86	
P-1	24/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	7	01/10/2024	13050	30.00	15.00	18.46	19
P-2					13205	30.00	15.00	18.68	
P-3					13250	30.00	15.00	18.74	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.

Realizado por : CM
Aprobado por : HA




HENRY AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCC-42-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM2, AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 11/10/2024

ASUNTO : Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos de Concreto - ASTM C39

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM2

RESULTADO :

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Fecha de Ensayo	Tipo de Falla	Carga Máxima (kgf)	Área del Testigo (cm²)	Resistencia del Mortero (kg/cm²)	Resistencia del Mortero Promedio (kg/cm²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	14	08/10/2024	2	28738	78.50	366.09	370
P-2					2	29895	78.50	380.83	
P-3					3	28445	78.40	362.82	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	14	09/10/2024	3	29091	80.00	363.64	371
P-2					2	30028	80.05	375.12	
P-3					3	29925	80.06	373.78	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	14	09/10/2024	5	30928	80.00	386.60	393
P-2					3	31520	80.05	393.75	
P-3					2	31920	80.00	398.00	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	14	10/10/2024	2	32048	80.00	400.60	407
P-2					3	33506	80.00	418.83	
P-3					5	32041	80.06	400.21	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.
- La velocidad de ensayo fue de 2.0 kN/s en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-12.

Realizado por : CM
Aprobado por : HA

HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908

950123172



CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO



ESCON.INFORME@GMAIL.COM



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCF-61-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM²,
AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 11/10/2024

ASUNTO : Método de Prueba Estandarpara la Resistencia a la flexion ASTM C78

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM²

RESULTADO :

RESISTENCIA A FLEXION											
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Fecha de Ensayo	Lugar de falla	Carga Maxima (kgf)	Ancho de la Viga (cm)	Altura de la Viga (cm)	Longitud del Tramo (cm)	Modulo de Rotura (kg/cm ²)	Modulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	14	08/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3390	15.00	15.00	45.00	45	45
P-2					Dentro del Tercio Medio	3405	15.00	15.00	45.00	45	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	14	09/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3460	15.00	15.00	45.00	46	46
P-2					Dentro del Tercio Medio	3482	15.00	15.00	45.00	46	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	14	09/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3628	15.00	15.00	45.00	48	48
P-2					Dentro del Tercio Medio	3620	15.00	15.00	45.00	48	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	14	10/10/2024	Dentro del Tercio Medio	3725	15.00	15.00	45.00	50	50
P-2					Dentro del Tercio Medio	3704	15.00	15.00	45.00	49	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.




HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908

Realizado por : CM
Aprobado por : HA

950123172

CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO

ESCON.INFORME@GMAIL.COM

	ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C	
	INFORME DE ENSAYO	INF-RCC-43-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA Fc=350 KG/CM2, AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 24/10/2024

ASUNTO : Método de Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos de Concreto - ASTM C39

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM2

RESULTADO :

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
Nº de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Fecha de Ensayo	Tipo de Falla	Carga Maxima (kgf)	Área del Testigo (cm²)	Resistencia del Mortero (kg/cm²)	Resistencia del Mortero Promedio (kg/cm²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	28	22/10/2024	3	31739	78.50	404.32	396
P-2					2	30024	78.50	382.47	
P-3					3	31450	78.40	401.15	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	28	23/10/2024	3	32124	80.00	401.55	398
P-2					2	32008	80.05	399.85	
P-3					2	31456	80.06	392.91	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	28	23/10/2024	2	32640	80.00	408.00	412
P-2					2	33448	80.05	417.84	
P-3					1	32860	80.00	410.75	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	28	24/10/2024	5	34006	80.00	425.08	424
P-2					2	34017	80.00	425.21	
P-3					3	33820	80.06	422.43	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.
- La velocidad de ensayo fue de 2.0 kN/s en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-12.




HENRY AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCT-21-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM2, AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 24/10/2024

ASUNTO : Método de Ensayo de Resistencia a la Traccion indirecta del concreto - ASTM C496

LA MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM2

RESULTADO :

RESISTENCIA A LA TRACCION									
N° de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Dias)	Fecha de Ensayo	Carga Maxima (kgf)	Longitud (cm)	Dimension (cm)	Resistencia a la traccion (kg/cm²)	Resistencia a la traccion Promedio (kg/cm²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	28	22/10/2024	17524	30.00	15.00	24.79	25
P-2					16855	30.00	15.00	23.84	
P-3					18456	30.00	15.00	26.11	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	28	23/10/2024	19545	30.00	15.00	27.65	27
P-2					18954	30.00	15.00	26.81	
P-3					18945	30.00	15.00	26.80	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	28	23/10/2024	20245	30.00	15.00	28.64	29
P-2					20155	30.00	15.00	28.51	
P-3					21059	30.00	15.00	29.79	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	28	24/10/2024	22458	30.00	15.00	31.77	32
P-2					22574	30.00	15.00	31.94	
P-3					22548	30.00	15.00	31.90	

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.




.....
HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908

Realizado por : CM
Aprobado por : HA



950123172



CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO



ESCON.INFORME@GMAIL.COM



ESTUDIOS Y SOLUCIONES EN CONCRETO S.A.C

INFORME DE ENSAYO

INF-RCF-62-2024

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA $F_c=350$ KG/CM², AÑADIENDO NANOPARTICULAS DE GRAFENO.

SOLICITANTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

CLIENTE : YORT ELI FLORES RAMIREZ, HILDEMARO DIAZ SORIA Y JEAN PAUL VELASQUEZ SILVERA

UBICACIÓN DE PROYECTO : INSTALACIONES DEL LABORATORIO ESCON

FECHA DE EMISION : 24/10/2024

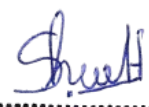
ASUNTO : Método de Prueba Estandar para la Resistencia a la flexion ASTM C78

DE LAS MUESTRAS : DISEÑO FC= 350 KG/CM²

RESULTADO :

RESISTENCIA A FLEXION											
Nº de Testigo	Fecha de Muestreo	Descripción de la Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Fecha de Ensayo	Lugar de falla	Carga Maxima (kgf)	Ancho de la Viga (cm)	Altura de la Viga (cm)	Longitud del Tramo (cm)	Modulo de Rotura (kg/cm ²)	Modulo de Rotura Promedio (kg/cm ²)
P-1	24/09/2024	MUESTRA PATRON	28	22/10/2024	Dentro del Tercio Medio	4042	15.00	15.00	45.00	54	52.3
P-2					Dentro del Tercio Medio	3808	15.00	15.00	45.00	51	
P-3					Dentro del Tercio Medio	3900	15.00	15.00	45.00	52	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.1%	28	23/10/2024	Dentro del Tercio Medio	4006	15.00	15.00	45.00	53	54.4
P-2					Dentro del Tercio Medio	4152	15.00	15.00	45.00	55	
P-3					Dentro del Tercio Medio	4050	15.00	15.00	45.00	54	
P-1	25/09/2024	MUESTRA P - 0.2%	28	23/10/2024	Dentro del Tercio Medio	4201	15.00	15.00	45.00	56	56.2
P-2					Dentro del Tercio Medio	4145	15.00	15.00	45.00	55	
P-3					Dentro del Tercio Medio	4275	15.00	15.00	45.00	57	
P-1	26/09/2024	MUESTRA P - 0.3%	28	24/10/2024	Dentro del Tercio Medio	4420	15.00	15.00	45.00	59	58.6
P-2					Dentro del Tercio Medio	4309	15.00	15.00	45.00	57	
P-3					Dentro del Tercio Medio	4500	15.00	15.00	45.00	60	




HENRY
AHUANARI SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 325908

NOTA :

- Los resultados de ensayo son validos unicamente para la muestra ensayada.
- El uso e interpretacion de los resultados , es de exclusividad responsabilidad del cliente.
- Esta prohibido reproducir y modificar el presente informe de ensayo.
- La muestras fueron elaboradas en el laboratorio escon.

Realizado por : CM
Aprobado por : HA

950123172



CALLE LOS RICINO1134. URB. LAS VIOLETAS - SAN JUAN DE LURIGANCHO



ESCON.INFORME@GMAIL.COM