



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades  
mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Angaspilco Delgado, Franklin Aron ([orcid.org/0000-0002-7071-9569](https://orcid.org/0000-0002-7071-9569))

Ramos Suxe, Wagner ([orcid.org/0000-0002-8396-7684](https://orcid.org/0000-0002-8396-7684))

**ASESOR:**

Mg. Cubas Armas, Marlon Robert ([orcid.org/0000-0001-9750-1247](https://orcid.org/0000-0001-9750-1247))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a la comunidad de la Universidad Cesar Vallejo, así como a los catedráticos y coordinadores, por su apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas universitarias en la carrera de Ingeniería Civil. Además, deseo destacar y agradecer especialmente a nuestro asesor, el Ing. Marlon Cubas Armas, por sus constantes exigencias y valiosas críticas que han contribuido significativamente en nuestra formación tanto como profesionales y seres humanos.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios todopoderoso quien guía nuestros pasos y otorgarnos otro día de existencia para tener la oportunidad de seguir adelante en nuestra trayectoria universitaria y profesional. Además, nos gustaría expresar nuestra profunda gratitud hacia nuestros padres, quienes han estado velando constantemente por nuestro bienestar y formación, brindándonos su respaldo incondicional en cada circunstancia.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis. ....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimientos .....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN .....	29
VI. CONCLUSIONES .....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS .....	36
ANEXOS	



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Resultados de resistencia a compresión y flexión documentario.....	8
Tabla 2.Resultados de resistencia a tracción y modulo elástico documentario.....	9
Tabla 3.Resultados de resistencia a compresión de investigaciones nacionales .	10
Tabla 4.Resultados de resistencia a tracción de investigaciones nacionales .....	11
Tabla 5.Resultados de resistencia a flexión de investigaciones nacionales .....	11
Tabla 6.Resultados de modulo elástico de investigaciones nacionales .....	12
Tabla 7.Número de Probetas de la muestra .....	18
Tabla 8.Técnicas e instrumentos a usar para la recolección de datos.....	19
Tabla 9.Propiedades del oxido de grafeno .....	22
Tabla 10.Resistencia promedio ensayo a la compresión .....	23
Tabla 11.Resistencia promedio ensayo a la tracción .....	24
Tabla 12.Resistencia promedio ensayo del módulo elástico .....	25
Tabla 13.Resistencia promedio ensayo a la flexión.....	27
Tabla 14.Prueba Tukey a los 28 días de curado.....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Representación de mejoras en la resistencia a compresión en el $F'c$ ....	12
Figura 2. Esquema del diseño de investigación propuesto. ....	15
Figura 3. Esquema del Procedimiento Propuesto. ....	20
Figura 4. Método de análisis de datos. ....	21
Figura 5. $\Delta$ de la resistencia a compresión a los 7, 14 y días de curado.....	23
<i>Figura 6.</i> Comparación de las $\Delta$ % de resistencias a compresión en el tiempo...	23
Figura 7. $\Delta$ de la resistencia a tracción a los 7, 14 y 28 días de curado.....	24
Figura 8. Comparación de las $\Delta$ % de resistencias a tracción en el tiempo.....	25
Figura 9. $\Delta$ del módulo elástico a los 7, 14 y 28 días de curado.....	26
Figura 10. $\Delta$ de la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de curado. ....	27
Figura 11. Discusión de Resultados según diversos autores. ....	30
Figura 12. Discusión de Resultados a tracción según diversos autores.....	31
Figura 13. Discusión de Resultados en el módulo elástico de diversos autores. ...	32
Figura 14. Discusión de Resultados a flexión según diversos autores.....	33

## RESUMEN

La presente tesis tiene como fin analizar la influencia de la adición de Óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, realizado en la ciudad de Lambayeque. Para el cual se utilizó una metodología aplicada con enfoque cuantitativo y diseño experimental del tipo cuasiexperimental.

En la primera etapa se analizó las propiedades fisicoquímicas del OG para evaluar su comportamiento en las propiedades mecánicas del concreto. En la segunda etapa se realizó estudios de los materiales los cuales son necesarios para la elaboración del diseño de mezcla de resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaboró cinco diseños de mezcla, el concreto patrón y adiciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% de OG respectivamente, los cuales sirvieron para la preparación de 50 probetas por cada propiedad de resistencia a tracción, compresión, modulo elástico y 50 vigas para la flexión. Por consiguiente, las rupturas se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados de las adiciones de OG se compararon con el concreto patrón. La tercera etapa consistió en determinar estadísticamente la influencia del porcentaje óptimo del óxido de grafeno en la resistencia a la tracción, flexión, compresión y módulo elástico del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> mediante la prueba de normalidad, homocedasticidad, ANOVA y Tukey.

Se concluyó que, a los 28 días de curado, el porcentaje óptimo determinado estadísticamente es el 0.20% tuvo un mejoramiento del concreto en 20.62%, 38.19%, 21.95%, 9.98% en la resistencia a compresión, tracción, flexión y el módulo elástico respectivamente. Se observa que el GO mejora las propiedades del concreto en todas sus adiciones y propiedades.

**Palabras clave:** Mejoramiento del concreto, propiedades mecánicas del concreto, óxido de grafeno, porcentaje óptimo del óxido de grafeno.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to analyze the influence of the addition of graphene oxide on the mechanical properties of concrete  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, carried out in the city of Lambayeque. For which an applied methodology with a quantitative approach and experimental design of the quasi-experimental type was used.

In the first stage, the physicochemical properties of the OG were analyzed to evaluate its behavior in the mechanical properties of the concrete. In the second stage, studies of the materials were carried out, which are necessary for the elaboration of the design of the resistance mixture  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>. Five mix designs were elaborated, the standard concrete and additions of 0.05%, 0.10%, 0.15% and 0.20% of OG respectively, which served for the preparation of 50 test tubes for each property of tensile strength, compression, elastic modulus and 50 beams for bending. Therefore, the ruptures were made at 7, 14 and 28 days of curing. The results of the OG additions were compared with the standard concrete. The third stage consisted of statistically determining the influence of the optimal percentage of graphene oxide on the tensile strength, bending, compression and elastic modulus of concrete  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> using the normality, homoscedasticity, ANOVA and Tukey test.

It was concluded that, after 28 days of curing, the optimal percentage determined statistically is 0.20% had an improvement of the concrete in 20.62%, 38.19%, 21.95%, 9.98% in the resistance to compression, traction, flexion and the elastic modulus. respectively. It is observed that GO improves the properties of concrete in all its addictions and properties.

**Keywords:** Improvement of the concrete, mechanical properties of concrete, graphene oxide, optimal percentage of graphene

## I. INTRODUCCIÓN

Las construcciones civiles actualmente es un sector con un impacto económico significativo en el mundo. El concreto es uno de los compuestos más empleados a nivel mundial, se utiliza más de 35 mil millones de toneladas por año y su uso sigue en constante aumento cada día (Kashif Ur Rehman et al. 2018). Este compuesto es utilizado como material de construcción por su notable resistencia a la compresión, pero carece de resistencia a la tracción, flexión y agrietamiento (Chen et al. 2020), por lo que, se está viendo múltiples maneras de mejorar sus propiedades mediante la nanotecnología, una de estas es la adición de nanomateriales, que ha mejorado las propiedades mecánicas proporcionando mayor durabilidad dificultando la propagación de micro fisuras en el concreto (Jyothimol et al. 2020).

El óxido de grafeno (GO) es un nanomaterial a base de carbono que contiene alta resistencia, tenacidad y gran área de superficie específica, el cual ha despertado interés en varios campos debido a sus excelentes propiedades físicas y mecánicas (Xiaojiang, Lee y Qian 2022). Además, presenta un área superficial de 30 a 40 m<sup>2</sup>/g con una gran resistencia a tracción y módulo elástico de 130 Mpa y 32 Gpa respectivamente; cuando esta se dispersa en agua en concentraciones bajas puede mejorar el comportamiento mecánico del concreto (Du et al. 2020). La dispersión en agua del GO es mucho más fácil que otros derivados del grafeno, por ser nanomaterial hidrofílico (Wu et al. 2020).

El comportamiento del concreto antes de las fuerzas aplicadas y su vida útil se describen por sus propiedades mecánicas (Shangguan et al. 2023), de las principales son el módulo elástico, resistencia a la tracción, flexión y compresión (Li et al. 2019). La resistencia a la compresión se encarga de soportar cargas hacia adentro del elemento; la tracción, soporta cargas axiales de tensión mientras que la flexión es la capacidad que soporta esfuerzos de flexión y el que soporta la capacidad de deformación del concreto es el módulo elástico.

El GO es un componente que se adhiere fácilmente al concreto, este con proporciones pequeñas respecto al peso del cemento tiene un comportamiento positivo en las propiedades del concreto; aumenta la resistencia a tracción,

compresión, flexión y módulo elástico en porcentajes considerables (Chu et al. 2020). De igual manera, al añadir GO en dosificaciones variables en la pasta de cemento, modifica la morfología de los cristales, afectando el comportamiento mecánico de los materiales que están compuestos de cemento varía según estos últimos (Kudžma et al. 2019). Además, contribuye a llenar los poros a escala nanométrica y regula la formación de cristales similares a flores, mejorando de una manera más adecuada la microestructura del concreto (Hong, Lee y Qian 2022).

Según el diario argentino INFOBAE (2023) menciona que, más del 80% de las edificaciones en el Perú son vulnerables ante fenómenos naturales. Por tal motivo, se deben de aplicar nuevas metodologías para mejorar sus propiedades de resistencia del concreto (Chen y Zhang 2022). Además, los especialistas en obras civiles deben de tener los mejores conocimientos actualizados de materiales que contribuyan a disminuir la contaminación del medio ambiente y a la vez que aporten en la realización de estructuras más resistentes a fenómenos naturales. Además, es una de las mejores opciones para la aplicación en construcciones de zonas con bajas temperaturas, debido a que presenta buena conductividad térmica en el concreto; por otro lado, en temperaturas elevadas el grafeno a diferencia del acero, este con el calor se contrae y logra mayor resistencia en los elementos estructurales de concreto armado en donde el acero sufre dilatación (Chen y Li 2020).

La formulación del problema es: ¿La adición de Óxido de grafeno influye en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque?; el objetivo general de la investigación es: Evaluar la influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.

Los objetivos específicos son: O.E.1. Describir las propiedades fisicoquímicas del óxido de grafeno para el estudio de su influencia en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque. O.E.2. Analizar la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo elástico con la adicción de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% de óxido de grafeno en el concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque. O.E.3. Evaluar estadísticamente la influencia del porcentaje óptimo de óxido grafeno en la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo elástico del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.

La justificación de la investigación es: (a) académicamente; mediante la realización de un estudio experimental que combina variables: óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto, creando un precedente académico para conocer el desempeño mecánico del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> hecho con materiales locales y (b) técnicamente; cuando se agrega GO a la mezcla cementicia y se analiza en el laboratorio, se define la cantidad óptima de GO que se puede utilizar para un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>;

La hipótesis general es: La adición de Óxido de grafeno influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.

La hipótesis nula es: La adición de Óxido de grafeno no influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

La hipótesis alternativa es: Al menos un porcentaje de adición de óxido de grafeno influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes Internacionales

Como antecedentes internacionales tenemos a:

Yu y Wu (2020) en su investigación: Uso de GO en la mejora de las propiedades del hormigón de ultra altas prestaciones con árido reciclado (AR), en el que tiene como objetivo utilizar AR fino para producir hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) y GO para mejorar las propiedades de UHPC con AR fino. En esta investigación el óxido de grafeno presenta las siguientes características: el espesor es equivalente a 1 (nm), su diámetro de escama de 0.20 a 10 ( $\mu\text{m}$ ), un contenido de oxígeno mayor al 50% y menos del 46% de contenido de carbono. Los resultados obtenidos, se realizaron con el patrón de espectroscopia infrarroja transformada de Fourier de GO.

Sui et al. (2021) en su investigación experimental de la influencia del GO en las propiedades del material compuesto de polvo de cemento y residuos de hormigón. Investigaron experimentalmente en detalle los efectos del GO en las propiedades y la microestructura del compuesto de polvo de concreto de desecho de cemento. En este estudio el óxido de grafeno presenta las siguientes características: el espesor es de 3.4 a 7 nm, su diámetro de capa de 5 a 10  $\mu\text{m}$ , además presenta una apariencia de color negro. Los resultados obtenidos, se realizaron con la detección de difracción de rayos X (XRD), para composición mineral y microscopio electrónico de barrido (SEM).

Hu et al. (2022) en su investigación: Experimento la resistencia eléctrica de materiales a base de cemento reforzados con óxido de grafeno con muesca o barra de refuerzo. Donde se investigaron los efectos del GO, la profundidad de la muesca, la barra de refuerzo y la carga sobre la resistividad de los morteros y pasta de cemento. En esta investigación a nivel microestructural el óxido de grafeno presenta las siguientes características: el espesor es equivalente a 1 (nm), su diámetro de capa de 10 a 50 ( $\mu\text{m}$ ), un contenido de oxígeno mayor al 42% además presenta menos del 50% de carbono.



Chougan et al. (2021) en su investigación: Nanocompuestos cementosos de GO en dosis extra bajas: Un enfoque de nano a macro escala; se planteó el objetivo de evaluar el impacto de dosis extra bajas con 0.01% de GO en las propiedades de mezclas fresca y endurecida, se analizó con instrumentos de verificaciones microestructurales, teniendo como resultado láminas de un tamaño de 600 a 800 nm, con espesor de 2 nm y un contenido de oxígeno no menor al 31%; en la mezcla fresca provocó una pérdida de la trabajabilidad y fluidez, pero en las endurecidas aumento la resistencia a la flexión y compresión en 13% y 29 % en cada instancia a los 28 días, concluyendo que el GO en la matriz de cemento dificulta la absorción de agua mejorando la durabilidad del concreto.

Lu y Ouyang (2017) en su investigación: Propiedades de Morteros de Cemento y Hormigones de Ultra Alta Resistencia que Incorporan Nanoláminas de Óxido de Grafeno; se planteó la meta de investigar la influencia de GONS sobre la fluidez y el comportamiento mecánico del mortero de cemento y el hormigón de ultra alta resistencia (UHSC), estas muestras se prepararon con dosificaciones de 0.01% y 0.03% para UHSC y 0.01% a 0.10 % para morteros, los resultados muestran que la adición de GONS disminuyen la fluidez del mortero de cemento y del UHSC debido a su gran área superficial, pero en las muestras endurecidas se determinaron que la adición óptima para la resistencia a la compresión es de 0.01% en UHSC mejorándolo en un 7.82% pero de 0.05% para morteros mejorando en 10.40% a la compresión y 12.63 % a la flexión a los 28 días, por otra parte en este estudio también se utilizó, microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FE-SEM) para determinar la morfología de la pasta de cemento endurecida y las muestras de UHSC, el cual indicó que el GONS estaban bien dispersos pero afectan los mecanismos de hidratación del cemento.

Alharbi et al. (2018) en su investigación : Características mecánicas y de sorción de compuestos de cemento de óxido de grafeno oxidado en el borde (EOGO): Donde uso métodos de diseño de mezcla seca y húmeda; con el propósito de indagar la influencia de los nanoflakes de óxido de grafeno oxidados en el borde (EOGO) sobre las propiedades mecánicas y la sorción de mortero y pasta de cemento, en dosificaciones de 0.01% a 1 % para lo cual se usaron 2 tipos de mezcla, seca y húmeda, la mezcla seca uso directamente el EOGO en el cemento;

mientras que la húmeda se realizó mediante una solución de EOGO dispersa en agua, además se concluye que en una dosificación óptima de 0.05% de EOGO en la mezcla seca mejora los resultados de sorción reduciendo la estructura de los poros, lo cual genera una mejora de en la durabilidad de los compuestos de cemento, mientras que en las propiedades mecánicas esta mejora la resistencia a la flexión y compresión en 28 y 20% respectivamente en pasta de cemento en mezcla seca mientras que para la húmeda mejora en 37% y 25 % , por otra parte para los morteros con su adición optima de 0.05% en mezcla seca se mejoró en 19% la resistencia a compresión y flexión pero un 20% y 16% en mezclas húmedas respectivamente, determinando que el diseño de mezcla en seco es más práctica y económica en aplicaciones de ingeniería de campo, finalmente los análisis de espectroscopia de dispersión de energía (EDS) y microscopía electrónica de barrido (SEM) observó que el EOGO puede unir los cristales hidratados de silicio de calcio (C-S-H), los cuales son los principales responsables de mejorar los compuesto de cemento.

Jiang, Sevim y Ozbulut ( 2021) en su investigación: Propiedades mecánicas del hormigón armado con nanoplaquetas de grafeno (GNP) preparado con distintos procedimientos de dispersión, se realizaron concentraciones de nanoplaquetas de grafeno en proporciones de 0.03% a 0.10% por peso del cemento y se llevaron a cabo pruebas en el laboratorio para evaluar la resistencia a la compresión y flexión. Concluyendo que el porcentaje de 0.05% es el que ejerce la mayor influencia en la composición del concreto, resultando en un aumento máximo del 17% en la resistencia a la compresión. Por otro lado, no se pudo observar un efecto significativo de los GNP en la resistencia a la flexión.

Chu et al. (2017) en su investigación: Efectos de las nanoláminas de sulfonato de grafeno (GSNS) sobre las propiedades mecánicas y térmicas del hormigón sacrificial durante la exposición a altas temperaturas, se planteó el objetivo de evaluar experimentalmente los efectos de las nanoláminas de sulfato de grafeno en las propiedades físicas, térmicas y mecánicas del hormigón de sacrificio. Se adicionó el 0.10% de GSNS y se realizó la prueba de ensayo para medir la resistencia a la compresión del hormigón de sacrificio durante la exposición a temperaturas elevadas. Los resultados fueron que la difusividad térmica y la

resistencia a la compresión del concreto de sacrificio aumentaron en 27.66% y 23.11%, además, porosidad y la velocidad de ablación del concreto de sacrificio se redujeron en 2 a 6% y 7.48%, respectivamente.

Devi y Khan (2020) en su investigación: Efecto del GO en el rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón, se prepararon cinco mezclas con inclusión de GO (0.02% a 0.08% en peso de cemento) donde se realizaron pruebas de permeación de agua y de propiedades mecánicas, demostró que la resistencia a la tracción y compresión mejora con el 0.08% como porcentaje óptimo en aproximadamente en 19% y 22% a los 28 días, llegando a su valor máximo de 38% y 55% a los 90 días brindando un mejor resultado en comparación con el resto de mezclas, con el cual se llevó a cabo el análisis microestructural usando SEM/EDX además se observó y se observó que la sorción y la permeabilidad de las mezclas de hormigón nanorreforzado, se redujeron con el aumento del contenido de GO.

Chen et al. (2020) en su investigación: Propiedades mecánicas y comportamiento de contracción de nanoláminas de óxido de grafeno (GONS) que contienen hormigón, en el que tiene como objetivo estudiar la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del hormigón que posee GONS. Se adicionó 0.02%, 0.05% y 0.08% por peso de cemento, los resultados detallan que el 0.08% de GONS ejerce más influencia en la resistencia a la compresión, flexión y módulo elástico, mejorando 12.65 %, 7.38 % y 10.97 % respectivamente.

A continuación, en la Tabla 1 y Tabla 2 se tabulan los resultados de las investigaciones internacionales consultadas en el análisis documentario.

Tabla 1. Resultados de resistencia a compresión y flexión documentario

Autor	Tipo de Grafeno	%Óptimo	Compresión%	Flexión%	Observación
Chougan et al. (2021)	Oxido de grafeno	0.01	29.00	13.00	Resultados obtenidos en morteros
Lu y Ouyang (2017)	Nanoláminas de óxido de grafeno GONS	0.01	7.82	-	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.01,0.03% en hormigón de ultra alta resistencia (UCSH)
		0.05	10.40	12.63	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.01,0.03% en morteros
Alharbi et al. (2018)	óxido de Grafeno oxidado en el borde (EOGO)	0.05	19.60	28.20	El porcentaje optimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,1.00 % en pasta de cemento con diseño de mezcla seca
		0.05	25.54	37.34	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,1.00 % en pasta de cemento con diseño de mezcla húmeda
		0.05	19.00	19.00	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,1.00 % en morteros con diseño de mezcla seca
		0.05	20.00	16.00	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,1.00 % en morteros con diseño de mezcla húmeda
Jiang, Sevim y Ozbulut (2021)	nanoplaquetas de grafeno (GNPS)	0.05	12.00	-	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.03,0.05,0.08,0.10 % en hormigón armado
Chu et al. (2017)	nanoláminas de sulfonato de grafeno	0.10	23.11	-	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.10 % en hormigón de sacrificio.
Devi y Khan (2020)	Oxido de grafeno	0.08	22.00	-	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.04,0.06,0.08 %
Chen et al. (2020)	Nanoláminas de Oxido de grafeno	0.08	12.65	7.83	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.05,0.08 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Resultados de resistencia a tracción y módulo elástico documentario

Autor	Tipo de Grafeno	%Óptimo	Tracción (%)	Módulo Elástico (%)	Observación
Devi y Khan (2020)	Óxido de grafeno	0.08%	19.00		El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.04,0.06,0.08 %
Chen et al. (2020)	Óxido de grafeno	0.08%	-	10.34	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.05,0.08 %

Fuente: Elaboración Propia

### Antecedentes Nacionales

Se consideraron diversas fuentes de información como base y dirección de la investigación, entre artículos científicos y tesis, las cuales se convirtieron en base confiable de la cual podemos recolectar información valiosa para orientar la investigación, como se muestra a continuación:

Los principales investigadores que hemos consultado y han destacado por su estado del arte son: Apaza y Quispe (2018), Aliaga y Contreras (2019), Bartra (2019), Apaza y Rodríguez (2019), Casayco y Morales (2019), Montañez y Zavala (2020), Peñares y Pahuacho (2020), Lujano y Torres (2021), Choque (2021) y Vásquez (2022); estos han estudiado la resistencia a compresión entre los años 2017 a 2022, logrando un promedio mejora de 27%; en la Tabla 3 se detalla los principales resultados que se han extraído de dichas investigaciones.

Respecto a la resistencia a tracción se ha explorado investigaciones nacionales entre los años 2018 al 2021; los que destacan son Lujano y Torres (2021) y Apaza y Quispe (2018), quienes como resultados han encontrado mejoras en promedio del 18%; en la Tabla 4 se detalla los principales resultados que se han extraído de dichas investigaciones.

Por otra parte, la resistencia a la flexión se ha estudiado la investigación nacional de Apaza y Quispe (2018), quien como resultado han encontrado un 20.88% de mejora; en la Tabla 5 detalla los principales resultados que se han extraído de dichas investigaciones.

Por último, en el ensayo del módulo elástico se ha estudiado la investigación nacional Apaza y Quispe (2018) Aliaga y Contreras (2019) quien como resultado han encontrado un 45.56% de mejora; en la Tabla 6 se detalla los principales resultados que se han extraído de dichas investigaciones.

Tabla 3. Resultados de resistencia a compresión de investigaciones nacionales

Autores	Tipo de grafeno	F'c	% óptimo	Mejora	a/c	Observación
Aliaga y Contreras (2019)	Nanoplaquetas de grafeno	210	0.04	17	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.04,0.06,0.08 %
Montañez y Zavala (2020)	Nanoplaquetas de grafeno	210	0.5	26.96 25.49	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.5,1.0% y luego de ser expuesto a sulfatos en 5000 mg/lt. El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.5, 1.0% y luego de ser expuestos a sometidas a 5 ciclos de congelación y deshielo
Lujano y Torres (2021)	Óxido de Grafeno	210	0.19	17	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.09,0.13,0.15,0.19 %
Choque (2021)	Nanoplaquetas de grafeno	210	0.4	34.15	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.1,0.2,0.3,0.4 %
Vásquez (2022)	Óxido de grafeno	-	0.1	12.6	0.485	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.1,0.2 %
Bartra (2019)	Grafeno	210	2	17.35	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 1.0,1.5,2.0%
Apaza y Quispe (2018)	Nanotubos de Carbono	300	0.1 0.05	13.39 10.05	0.43	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento YURA TIPO IP y WARI TIPO I con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
Apaza y Rodriguez (2019)	Nanoplaquetas de grafeno	210	0.05	13.84	0.64	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10%
Peñares y Pahuacho (2020)	Oxido de grafeno	245	0.1	17.3	0.51	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.03,0.05,0.10,0.15%
Casayco y Morales (2019)	Óxido de Grafeno	175	0.1	26.9	0,628	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.06,0.07,0.08,0.09,0.10%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados de resistencia a tracción de investigaciones nacionales

Autores	Año	Tipo de grafeno	F'c	% óptimo	Mejora %	a/c	Observación
Lujano y Torres (2021)	2021	Óxido de Grafeno	210	0.19	11	0.56	El porcentaje optimo se eligió a partir de la experimentación de 0.09,0.13,0.15,0.19 %
Apaza y Quispe (2018)	2018	Nanotubos de Carbono	300	0.05	18.00	0.43	El porcentaje optimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento YURA TIPO IP con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
					14.02		El porcentaje optimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento WARI TIPO I con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
Choque (2021)	2021	Nanoplaquet as de grafeno	210	0.4	12.9	0.56	El porcentaje optimo se eligió a partir de la experimentación de 0.1,0.2,0.3,0.4 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resultados de resistencia a flexión de investigaciones nacionales

Autores	Tipo de grafeno	F'c	Porcentaje óptimo %	Mejora %	a/c	Observación
Apaza y Quispe (2018)	Nanotubos de Carbono	300	0.05	20.88	0.43	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento YURA TIPO IP con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
			0.1	15.31		El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento WARI TIPO I con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
Choque (2021)	Nanoplaquet as de grafeno	210	0.4	12.82	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.1,0.2,0.3,0.4 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultados de módulo elástico de investigaciones nacionales

Autores	Tipo de grafeno	F'c	Porcentaje óptimo %	Mejora %	a/c	Observación
Apaza y Quispe (2018)	Nanotubos de Carbono	300	0.05	5.6	0.43	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento YURA TIPO IP con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
				0.45		El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.05,0.10,0.15% y cemento WARI TIPO I con 0.6% de aditivo plastificante Masterglenium 3880 de la marca BASF
Aliaga y Contreras (2019)	Nanoplaquetas de grafeno.	210	0.04	45.56	0.56	El porcentaje óptimo se eligió a partir de la experimentación de 0.02,0.04,0.06,0.08 %

Fuente: Elaboración propia

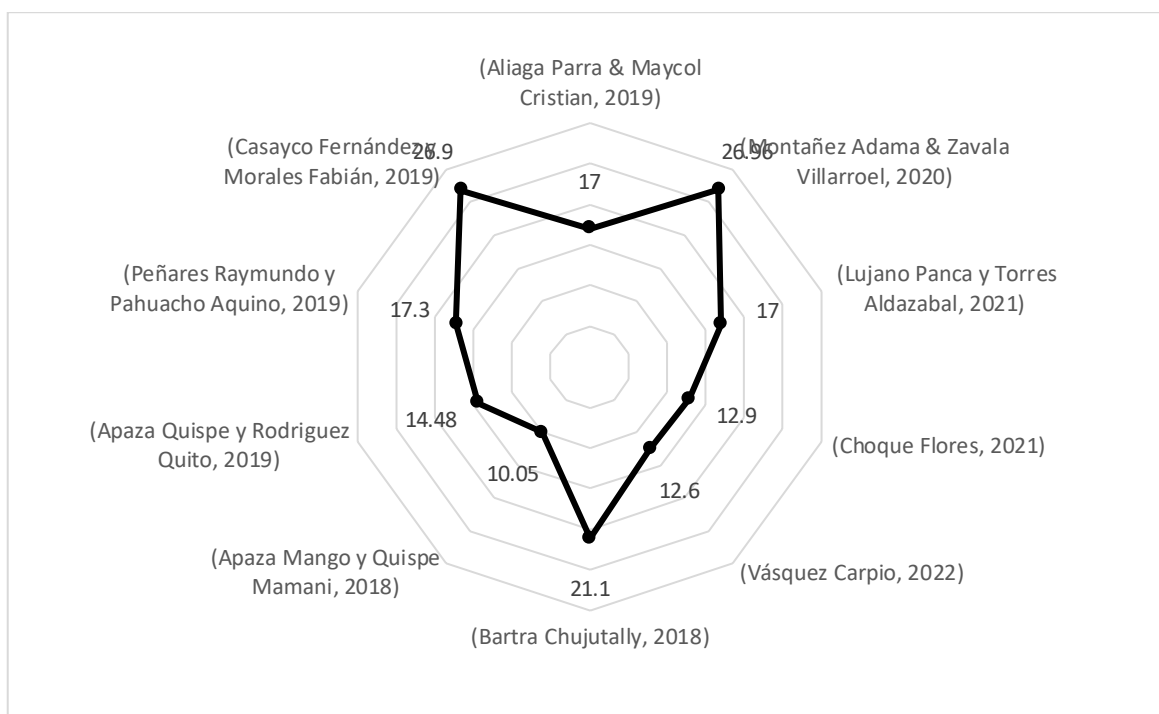


Figura 1. Representación de mejoras en la resistencia a compresión en el F'c.

Fuente: Elaboración propia



En la Figura 1 se presentan los datos donde ilustran las mejoras porcentuales en la resistencia a la compresión, tal como lo han reportado diversos autores. La inclusión del GO tiene un efecto significativo en las propiedades del concreto, siempre y cuando se añada en una proporción adecuada. Donde se ha observado que el GO puede mejorar la resistencia a la compresión en un 27% en comparación con la muestra patrón después de 28 días.

La inclusión del óxido de grafeno (GO) tiene un efecto notable en las características del concreto, siempre y cuando se agregue en la proporción correcta. Se ha comprobado que el GO puede aumentar la resistencia a la compresión hasta un 27% en contraste con el concreto sin GO después de 28 días.

A continuación, se redacta la conceptualización de los indicadores abarcados en el marco teórico.

**Características del grafeno:** Este material está conformado por una serie de átomos de carbono de estructura hexagonal los que se mantienen unidos por enlaces covalentes extremadamente estables, convirtiéndolo en un material ligero y único (García-hernández 2022).

**Resistencia a compresión:** Capacidad de soportar fuerzas de compresión axial del material a una velocidad controlada dentro de un rango específico hasta que se presente la falla (NTP 339.034 2021).

**Resistencia a la tracción:** Sometimiento a fuerzas de compresión diametral con el fin de analizar el esfuerzo cortante del material y determinar la longitud de extensión del refuerzo de acero presente en el concreto (NTP 339.084 2022)

**Resistencia a la flexión:** Capacidad de soportar fuerzas aplicadas en la superficie expuesta a tracción de una muestra al punto de máxima flexión bajo la suposición de que el material exhibe un comportamiento elástico lineal, es decir, su deformación es directamente proporcional a la tensión aplicada (NTP 339.078 2022).

**Módulo elástico:** Establece una relación entre la fuerza ejercida sobre un objeto y la deformación que se produce como resultado de esta fuerza, tanto en la

dirección longitudinal como transversal del concreto endurecido, en diferentes etapas de su formación y bajo condiciones de curado específicas (ASTM C 469 1994).

**Espesor:** Se define como la distancia medida entre dos superficies paralelas de un objeto o material, en una dirección perpendicular a dichas superficies (ASTM E797-E797M-21 2021)

**Diámetro:** El diámetro es la medida trazada de ambos extremos de una esfera que pasa por el centro (Real Academia Española 2001).

**Contenido de oxígeno:** Es la cantidad de oxígeno presente en material en relación con su masa o volumen que permite la dispersión en agua (Zhang et al. 2019).

**Contenido de carbono:** Es la cantidad de carbono presente en un material, especialmente en los materiales compuestos principalmente por carbono, como los metales, además, es una propiedad importante ya que puede afectar las características y propiedades del material.

**Pureza:** Es la cualidad de las sustancias químicas que las hace existir de forma individual, reconocible y libre de contaminantes o impurezas adicionales (Segura Delgado y Mosquera Suárez 2021).

**Variación de las propiedades mecánicas:** Es el comportamiento mecánico que sufre el concreto cuando se añade materiales alternativos a la mezcla, el cual se realiza la comparación de sus propiedades del concreto sin GO con el concreto experimental por medio de diferentes ensayos de resistencia.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

Esta investigación está basada en una metodología aplicada con enfoque cuantitativo. Dado a que se emplearán conocimientos fundamentales para abordar los problemas vinculados al concreto en el cual se llevará a cabo la verificación de las hipótesis formuladas.

##### 3.1.2. Diseño de Investigación

En la presente investigación, se empleará un enfoque de diseño experimental del tipo cuasiexperimental, que permitirá evaluar el impacto del óxido de grafeno (grupo experimental) en comparación con el concreto sin GO, como se observa en la Figura 2.

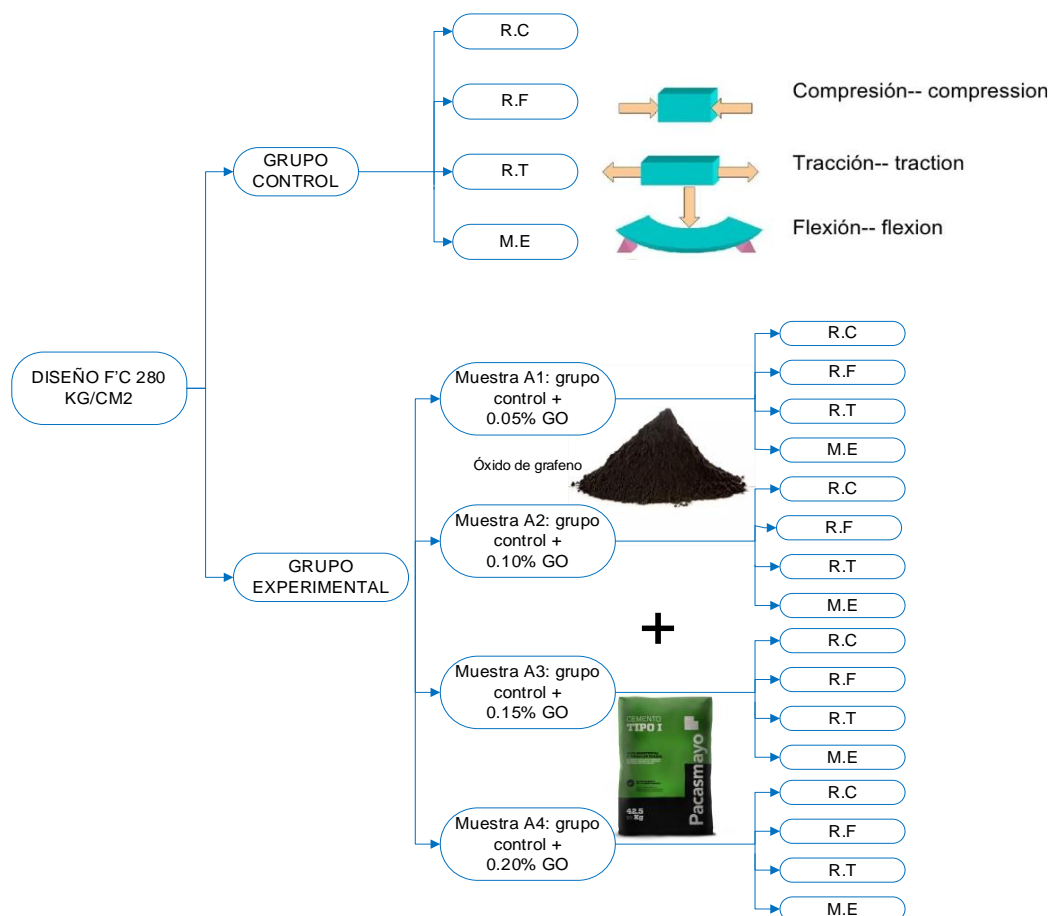


Figura 2. Esquema del diseño de investigación propuesto.

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- **R.C:** Resistencia a la compresión.
- **R.F:** Resistencia a la flexión.
- **R.T:** Resistencia a la tracción.
- **M.E:** Módulo elástico.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1 Variable Independiente: Óxido de grafeno**

##### **Definición Conceptual:**

El óxido de grafeno es un material de dos dimensiones derivado del grafito compuesto por una millonésima de milímetro de átomos de carbono ubicados de forma hexagonal, y además, es uno de los materiales más duros parecido al diamante, el cual presenta múltiples características físicas y mecánicas, como resistencia a las rayaduras, también presenta gran resistencia a la compresión, flexibilidad y tiene buena conducción térmica y eléctrica, por lo tanto, es uno de los mejores nanomateriales abundantes que existen para aplicar en distintos campos de la tecnología (Li et al. 2019).

##### **Definición Operacional:**

Se elaborará un concreto patrón como base y luego se añadirá GO en dosificaciones de 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% en relación al peso del cemento, se busca realizar mejoras en las propiedades mecánicas del concreto.

### **3.2.2 Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto

#### **Definición Conceptual:**

Características de los materiales de resistir fuerzas que actúan sobre ellos, los cual permite entender su desempeño estructural (Navarro Jimenez y Forero Romero 2017).

#### **Definición Operacional:**

Se realizará ensayos de resistencia en el laboratorio, para un concreto patrón de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y con adiciones de GO en proporciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% en peso de cemento. La ruptura será a los 7, 14 y 28 días de curado. Siendo en este último cuando el concreto logre su resistencia límite, se determinará qué porcentaje es el que influye positiva y significativamente en su resistencia a compresión, tracción, flexión y módulo elástico.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.**

#### **3.3.1 Población:**

Concreto de resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> el cual se preparó utilizando cemento Portland tipo I de la marca Pacasmayo. Los agregados utilizados fueron agregado grueso proveniente de la cantera Tres Tomas y fino proveniente de la cantera La Victoria, ambos ubicados en el departamento de Lambayeque. Además, se añadió GO en diferentes proporciones: 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%.

#### **3.3.2 Muestra:**

La muestra la conformarán especímenes fabricados de concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> convencional y añadidos con GO en las cantidades detalladas a continuación:

Tabla 7. Número de Probetas de la muestra

% adición de Óxido de Grafeno	Días	Resistencia a la compresión (Probetas)	Resistencia a la tracción (Probetas)	Resistencia a la flexión (# especímenes de vigas)	Módulo de elasticidad
0.00%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
0.05%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
0.10%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
0.15%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
0.20%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
TOTAL=		50	50	50	50

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Muestreo

Presenta un enfoque no probabilístico basado en conveniencia.

### 3.3.4 Unidad de Análisis

Son las probetas hechas para el diseño de las muestras patrón y con los distintos porcentajes de adición de GO, donde se utilizó probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro x 300 mm de altura para los ensayos de compresión, tracción y módulo elástico, y para el ensayo a la flexión se utilizó vigas prismáticas de 150 mm por 150 mm por 533 mm, según los parámetros establecidos por sus normas correspondientes.

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

El estudio contempla el análisis bibliográfico, así como la observación directa el cual permite recoger los datos mediante fichas de observación y fichas de resultados. Estas serán analizadas y evaluadas siguiendo las recomendaciones establecidas en la NTP y ASTM, los cuales se plasman en la Tabla 8.

Tabla 8. Técnicas e instrumentos a usar para la recolección de datos

Prueba	Norma	Técnica	Instrumento
Propiedades de los agregados			
Ensayo granulométrico	NTP.400.012		
Peso unitario suelto y compactado	NTP.400.017	Análisis documental Observación directa	Ficha de resultados del laboratorio
Peso específico y absorción	NTP.400.021		
	NTP.400.022		
Contenido de Humedad	NTP.339.185		
Propiedades mecánicas del concreto			
Resistencia a la tracción Indirecta	NTP.339.084		
Módulo elástico	ASTM C-469-94	Análisis documental Observación directa	Ficha de resultados del laboratorio
Resistencia a la compresión	NTP.339.034		
Resistencia a la flexión	NTP.339.078		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Procedimientos

Con el propósito de cumplir con los objetivos de investigación establecidos, se implementaron los procedimientos que se detallan a continuación.

**En la primera etapa,** se procede a adquirir los agregados requeridos para la preparación del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>. Donde se empleará agregado fino proveniente de la cantera La Victoria y grueso de la cantera Tres Tomas, el cual se encuentran en el departamento de Lambayeque. El óxido de grafeno se obtendrá mediante compra vía internet. Se utilizará cemento Portland tipo I, el cual se obtendrá de distribuidores relacionados sector constructivo, así mismo el agua a emplear se obtendrá de la red pública.

**En la segunda etapa,** se llevan los materiales al laboratorio para analizar las características de las mismas. Para los agregados se realiza los siguientes ensayos: granulometría, análisis de pesos unitarios del material suelto y compactado, peso específico, contenido de humedad y porcentaje de absorción; todo esto de acuerdo a las distintas normativas técnicas peruanas (NTP) e internacionales (ASTM) reglamentarias para estos ensayos.

**En la tercera etapa,** se realiza el diseño de mezcla para la muestra control (Sin GO) y el grupo experimental (con GO) en un concreto de  $F'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente, se procede a realizar pruebas mecánicas de compresión, flexión, tracción y módulo elástico en el estado endurecido del concreto.

**En la cuarta etapa,** se analiza los resultados a partir de los ensayos realizados, para identificar el % de adición de GO con mayor influencia en la resistencia a la tracción, compresión, flexión y módulo elástico.

Finalmente, **en la quinta etapa,** se procesan los datos recopilados de acuerdo a los ensayos realizados, esto se realizará mediante programas informáticos que analizan la estadística y veracidad de la información presentada.

Lo antes mencionado se plasma siguiente manera:

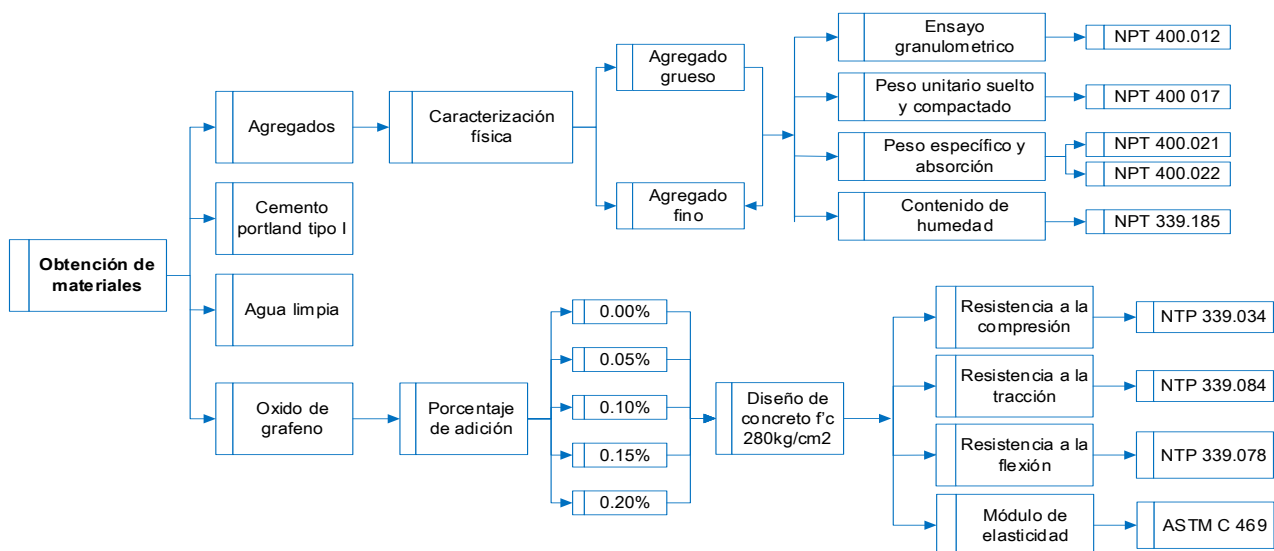


Figura 3. Esquema del Procedimiento Propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Método de análisis de datos

Se contó con las herramientas tecnológicas SPSS y Microsoft Excel para llevar a cabo el análisis de la información recopilada proveniente de la muestra de estudio. Además, se aplicó la estadística inferencial, utilizando un diseño aleatorio o al azar complementario, siguiendo los supuestos de normalidad y homogeneidad necesarios. Estos supuestos son requisitos previos para la posterior aplicación de la prueba ANOVA (Comparaciones por pares).



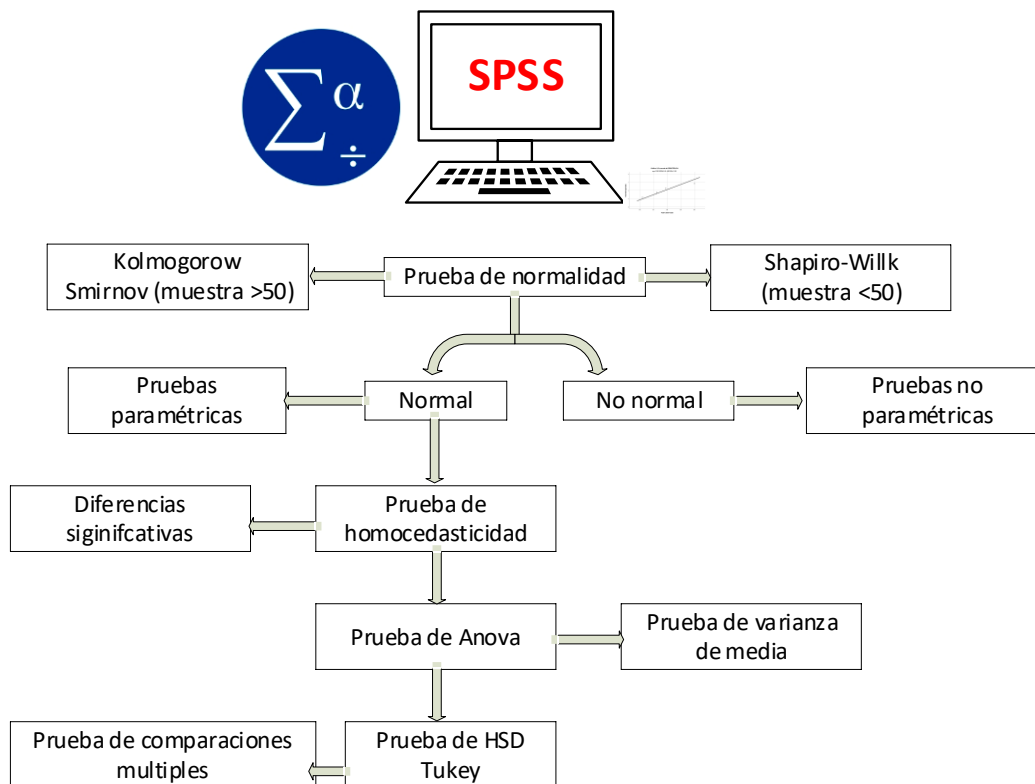


Figura 4. Método de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Aspectos éticos

Se asegura la ética de la investigación a partir del cumplimiento de los principales principios descritos en el código de ética de la UCV. De acuerdo esto se ha considerado en el desarrollo lo siguiente:

**Beneficencia:** La investigación contribuye y garantiza los intereses del equipo investigador y del medio ambiente.

**No maleficencia:** La obtención de los datos pertinentes aplicados en esta investigación, no afectan a terceros y garantiza el bienestar tanto físico como emocional de todos los intervinientes en el desarrollo de la investigación.

**Autonomía:** Los integrantes de esta investigación tienen la opción de elegir participar o retirarse en cualquier momento según lo deseen, sin repercusión alguna.

**Justicia:** En la presentación de esta investigación, se asegura la igualdad de trato de los participantes sin exclusión alguna para promover el mejor desarrollo posible.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del GO

En la ficha técnica brindada por el proveedor XFNANO, el GO presenta un espesor menor a 5 nm, un diámetro de 20  $\mu\text{m}$ , un 35% contenido de oxígeno y 63.4% de contenido de carbono. En los distintos ensayos de medición, el GO se muestra como un material con partículas muy pequeñas, el cual se clasifica dentro de los nanomateriales. La Tabla 9 detalla las características del GO obtenido por cada investigador.

Tabla 9. Propiedades del óxido de grafeno

Referencia	Espesor (nm)	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	Contenido de oxígeno (%)	Contenido de carbono (%)
Yu y Wu (2020)	1	0,2–10	>50	<46
Sui et al. (2021)	3.4–7	10–50	-	-
Hu et al. (2022)	~1	10–50	>42	<50
Investigación	$\leq 5$	20	35	63.4

Fuente: Resultados obtenido de diferentes autores

La microscopía de barrido y la microscopía de transmisión fueron técnicas usadas por el proveedor para proporcionar información sobre las propiedades químicas y físicas del GO, al analizar la estructura y su composición a nivel nanométrico, como la morfología, distribución de grupos funcionales y la estructura cristalina del GO, en combinación con la espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDX) se pudo identificar los elementos presentes en el óxido de grafeno, como espesor, diámetro, contenido de carbono y contenido de oxígeno.

### 4.2 Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 $\text{kg/cm}^2$

#### 4.2.1 Evolución de la resistencia a compresión

Se llevó a cabo la prueba de resistencia a compresión axial en cilindros de concreto, tanto en la muestra sin GO como en las muestras elaboradas con diferentes porcentajes de GO en 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% y se hicieron las rupturas a los 7, 14 y 28 días de curado, bajo la supervisión de un técnico calificado del laboratorio. En la

Tabla 10 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 10. Resistencia promedio ensayo a la compresión

Edad	Patron	0.05% GO	0.10% GO	0.15% GO	0.20% GO
7	215.38	233.17	245.27	261.18	274.63
14	251.85	283.03	302.36	316.19	327.59
28	292.14	313.95	329.51	343.63	352.37

Fuente: elaboración propia

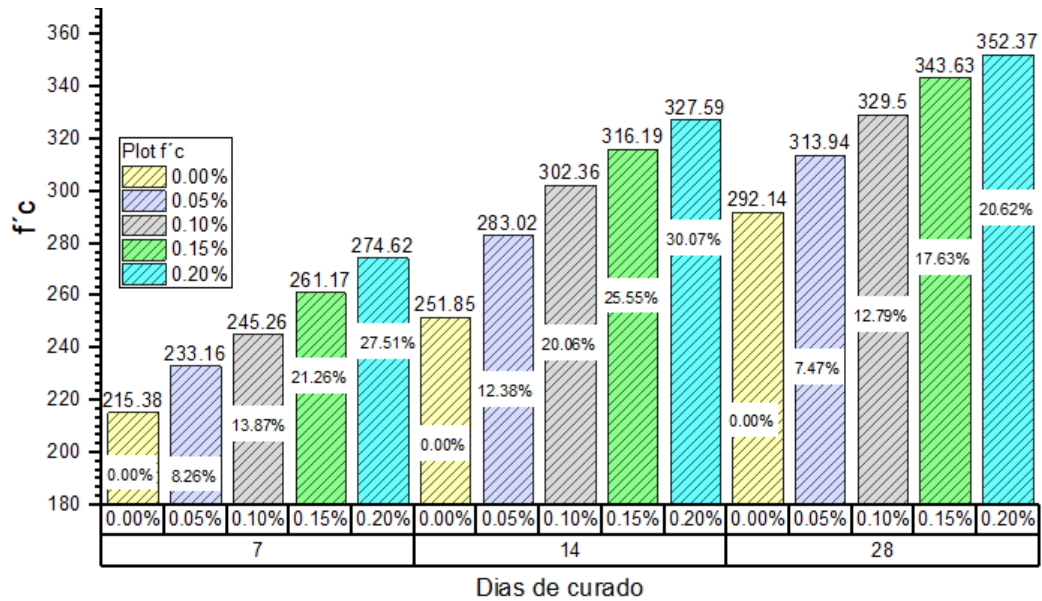


Figura 5. Δ de la resistencia a compresión a los 7, 14 y días de curado.

Fuente: elaboración propia:

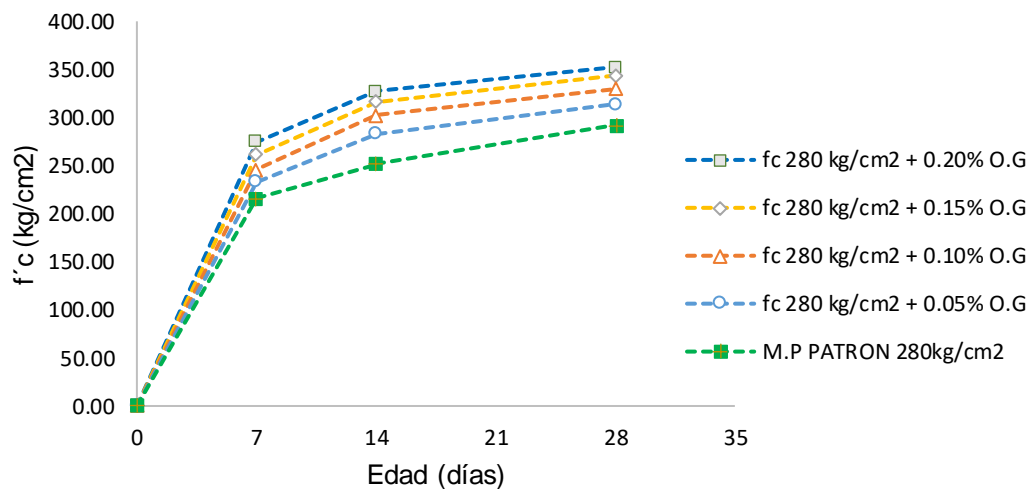


Figura 6. Comparación de las Δ % de resistencias a compresión en el tiempo.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 6 se observa que todas las adiciones presentan mejoras en sus resistencias con ciertas variabilidades en los resultados de las adiciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%, analizadas a los 7, 14 y 28 días de curado, en este último logrando incrementar en 352.37 kg/cm<sup>2</sup> el cual equivale a 20.62% la resistencia a la compresión con respecto al concreto sin GO después de un período de curado de 28 días.

#### 4.2.2 Evaluación de resistencia a tracción

Se realizó el ensayo de resistencia a la tracción en los cilindros de concreto, tanto en la muestra sin GO como en las muestras elaboradas con diferentes porcentajes de GO en 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% y se hicieron las rupturas a los 7, 14 y 28 días de curado, bajo la supervisión de un técnico calificado del laboratorio. Estos resultados se plasman en la Tabla 11.

Tabla 11. Resistencia promedio ensayo a la tracción

Edad	Patron	0.05% GO	0.10% GO	0.15% GO	0.20% GO
7	17.05	18.58	19.67	20.81	23.28
14	21.03	23.45	24.45	26.25	29.90
28	24.13	26.56	27.81	29.98	33.34

Fuente: elaboración propia.

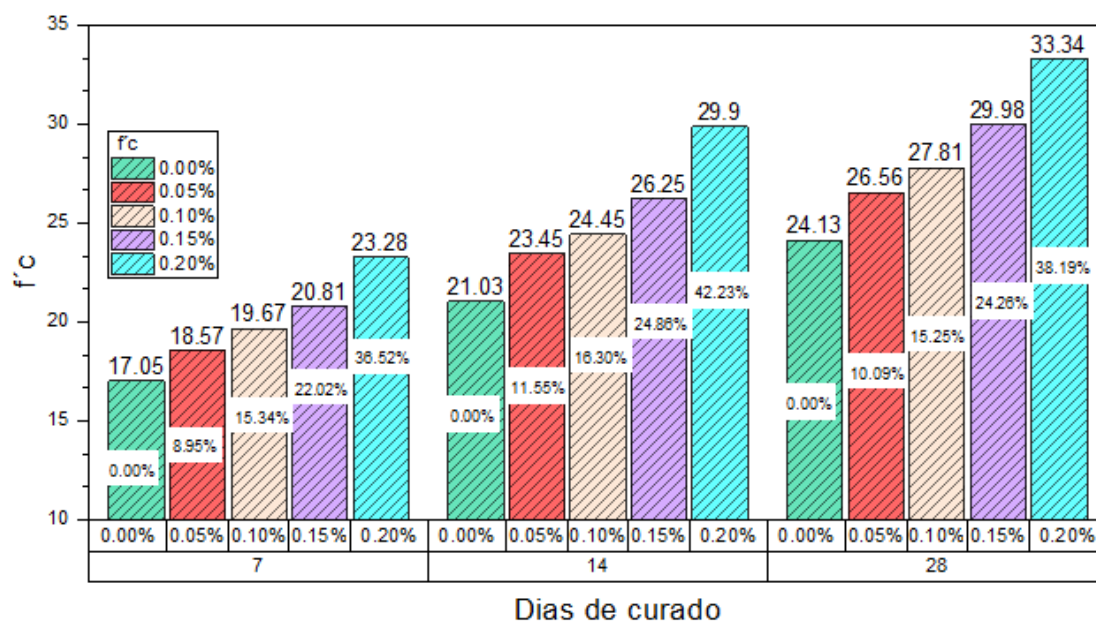


Figura 7. Δ de la resistencia a tracción a los 7, 14 y 28 días de curado.

Fuente: elaboración propia.

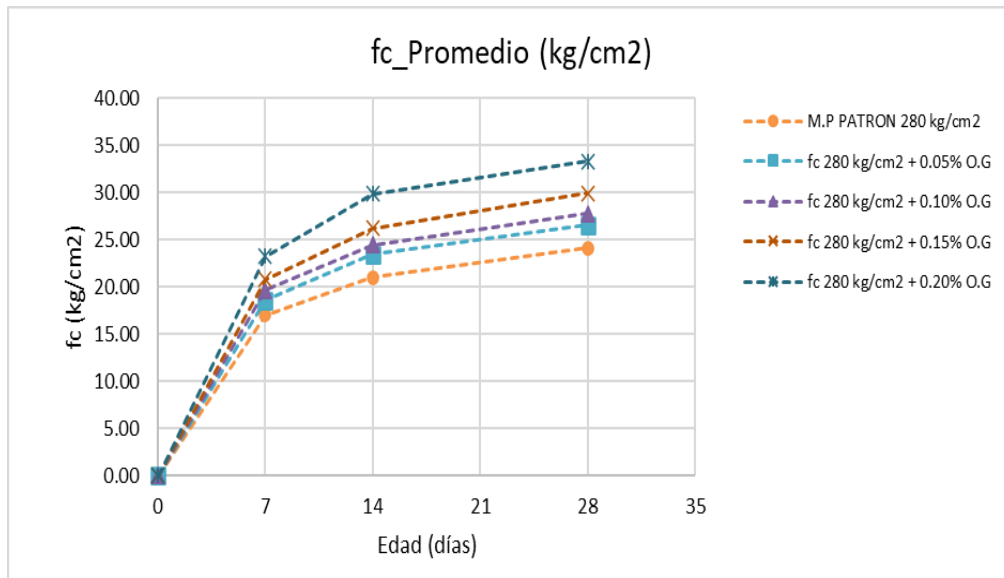


Figura 8. Comparación de las  $\Delta$  % de resistencias a tracción en el tiempo.

Fuente: elaboración propia

La Figura 8 muestra las mejoras de resistencias a la tracción, en el concreto sin y con adiciones de GO en proporciones de 0,05%, 0,10%, 0,15% y 0,20% en peso de cemento. Estos resultados demuestran que el añadir GO acrecienta la resistencia a la tracción del concreto en todas las adiciones, adquiriendo un valor de  $F'c=33.34 \text{ kg/cm}^2$  con el 0.20%, en comparación con la muestra sin GO, representando un porcentaje de mejora de 38.19%.

#### 4.2.3 Evaluación del módulo elástico

Para la determinación del módulo elástico, se siguieron los protocolos establecidos por la norma ASTM C469. Se realizó el ensayo del módulo elástico en cilindros de concreto, tanto en la muestra patrón como en las muestras elaboradas con diferentes porcentajes de GO en proporciones de 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20%. Los ensayos fueron supervisados por un técnico calificado del laboratorio. A continuación, la Tabla 12 presenta los resultados obtenidos.

Tabla 12. Resistencia promedio ensayo del módulo elástico

Edad	Patron	0.05% GO	0.10% GO	0.15% GO	0.20% GO
7	219715.46	228775.12	234557.40	242252.24	247584.69
14	237326.91	251833.20	260081.77	267050.45	271123.70
28	256195.42	265662.03	271254.02	277013.65	281769.14

Fuente: elaboración propia

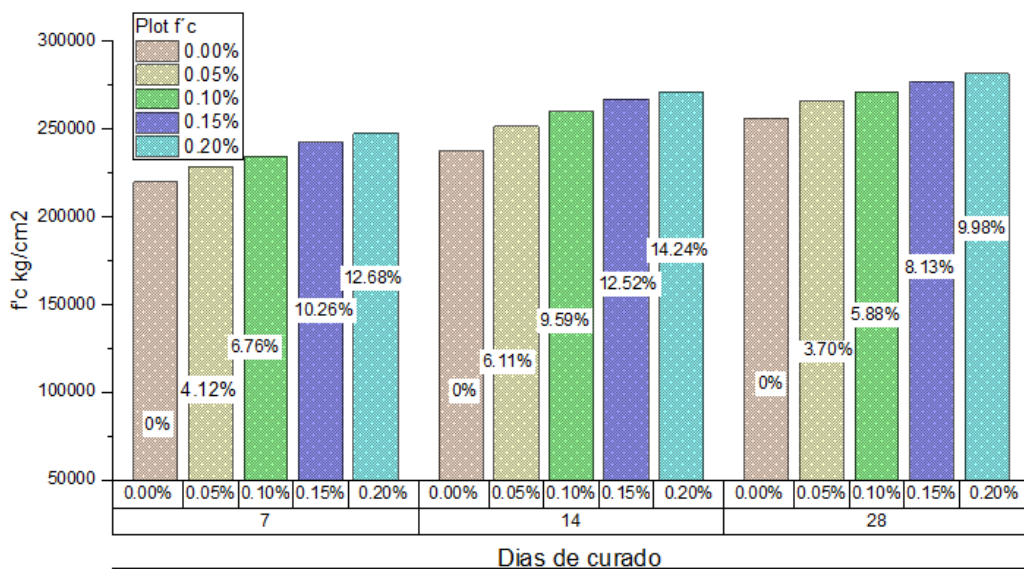


Figura 9.  $\Delta$  del módulo elástico a los 7,14 y 28 días de curado.

Fuente: elaboración propia

La Figura 9 revela mejoras en todos los niveles de resistencia y adiciones de las muestras analizadas en términos de promedios de módulo elástico después de un período de 7,14 y 28 días de curado. Esto incluye tanto al grupo de control como a los grupos con adiciones de GO en adiciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% en peso de cemento. Estos resultados proporcionan datos que la adición de óxido de grafeno incrementa de manera considerable el módulo de elasticidad del concreto en todos los casos, alcanzando un valor de  $E_c = 281769.14 \text{ kg/cm}^2$  con una adición del 0.20% después de 28 días de curado. Esta mejora representa un aumento del 9.98% con respecto a la muestra de referencia.

#### 4.2.4 Evaluación de la resistencia a la flexión

Se determinó la resistencia a la flexión en vigas de concreto, utilizando tanto la muestra de referencia sin GO como muestras que contenían cantidades variables de GO, en proporciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%. Un técnico de laboratorio altamente capacitado supervisó las pruebas. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 13.

Tabla 13. Resistencia promedio ensayo a la flexión.

Edad	Patron	0.05% GO	0.10% GO	0.15% GO	0.20% GO
7	26.61	28.55	30.27	31.01	33.14
14	30.46	32.73	34.15	35.53	38.77
28	35.24	37.21	39.25	41.73	45.09

Fuente: elaboración propia

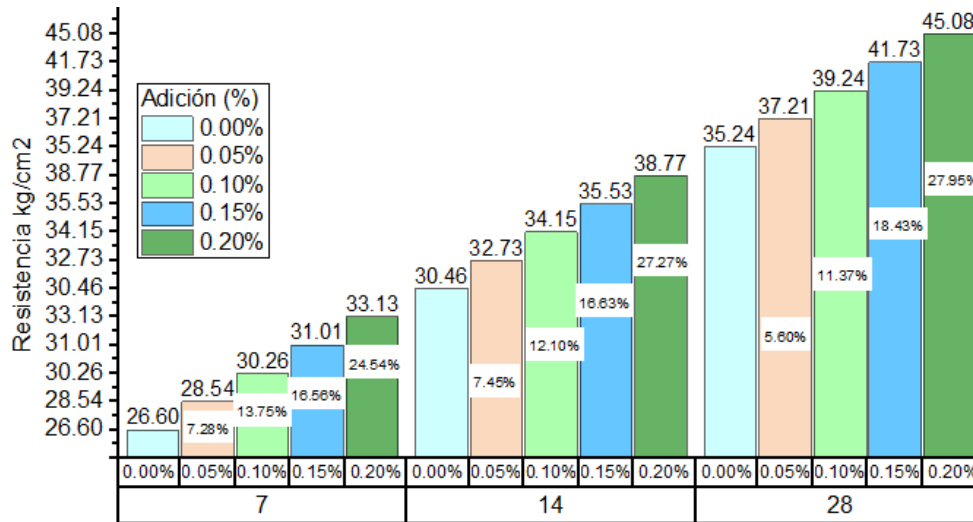


Figura 10. Δ de la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de curado.

Fuente: elaboración propia

La Figura 10 muestra que, tras un período de curado de 7, 14 y 28 días, se observaron mejoras en todos los niveles de resistencia y adiciones de las muestras analizadas en términos de resistencia promedio a la flexión. Esto abarca tanto al grupo de control como a los grupos que contenían adiciones de en proporciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% en peso de cemento. Estos resultados brindan información concreta que respalda la afirmación de que la incorporación de GO aumenta notablemente la resistencia a la flexión del concreto en todos los casos. Donde se alcanzó un valor de 45.09 kg/cm<sup>2</sup> con una incorporación del 0.20%. Esta mejora representa un incremento del 27.95% en comparación con la muestra de referencia. En resumen, los datos obtenidos respaldan de manera concluyente la ventaja de agregar óxido de grafeno para fortalecer la resistencia a la flexión del concreto.

### 4.3 Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico inferencial de las observaciones directas de la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días de curado, donde el concreto alcanza su resistencia requerida, se analizó la prueba de normalidad, el supuesto de homocedasticidad, ANOVA y prueba de Tukey, los cuales determinaron el comportamiento de la influencia de las distintas adiciones de óxido de grafeno.

Para establecer la normalidad de los resultados de los especímenes a compresión, se realizó la prueba con Shapiro-Wilk donde se demostró que la muestra tiene una distribución normal. Por consiguiente, para demostrar si las muestras de los grupos tienen variación y diferencias significativas, se analizó primero con el supuesto de homocedasticidad a través de Estadístico de Levene, donde se demostró que las diferentes muestras de los grupos tienen una variabilidad similar y luego se hizo prueba ANOVA, donde se mostró que los resultados tienen un valor de significancia de 0.000, el cual es menor que el 5%, por lo tanto, la muestra tiene diferencias significativas. Para mayor detalle, el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los resultados correspondientes.

Tabla 14. Prueba Tukey a los 28 días de curado

Tipo de prueba	(I) Porcentaje De Adición	(I) Porcentaje De Adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0.00%	0.05%	-21.8825*	376.628	.000	-335.125	-102.525
		0.10%	-37.4425*	376.628	.000	-490.725	-258.125
		0.15%	-51.5675*	376.628	.000	-631.975	-399.375
		0.20%	-60.3125*	376.628	.000	-719.425	-486.825

Fuente: elaboración propia

Nota: La tabla completa se detalla en los anexos

En la Tabla 14 se visualiza el comportamiento de la resistencia a la compresión a través de la prueba de Tukey, en donde el 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% difiere en 21.88, 37.44, 51.57, 60.31 respectivamente, en el cual, se concluye que el porcentaje óptimo de GO en la adición del concreto es del 0.20% porque tiene la mayor diferencia de medias en comparación a la muestra sin GO.



## V. DISCUSIÓN

La Tabla 9 muestra las características físicas y químicas del óxido de grafeno otorgadas por el fabricante, tales resultados son similares a los datos microestructurales de los antecedentes. El GO es un nanomaterial cuya forma de la partícula es irregular, debido a la distorsión de su red cristalina de átomos de carbono. El alto contenido de carbono le proporciona al GO la capacidad de contribuir en el rendimiento mecánico del concreto, como lo han demostrado los investigadores nacionales Lujano y Torres (2021), Vásquez (2022), Casayco y Morales (2019) que experimentaron con óxido de grafeno en un rango de adición de 0.05% al 0.20%.

De acuerdo a las características físicas del óxido de grafeno, Yu y Wu (2020) en su investigación utilizó GO con espesor es 1 nm y su diámetro está entre 0.2 a 10  $\mu\text{m}$ . Además, Sui et al. (2021) utilizó GO con un espesor de 3.4 a 7 nm y un diámetro de 10 a 50  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, Hu et al. (2022) utilizó GO con un espesor de 1 nm y un diámetro que está entre 10 a 50  $\mu\text{m}$ . En comparación con las características físicas de GO de la presente investigación, se utilizó grafeno de espesor menor a 5 nm y un diámetro promedio de 20  $\mu\text{m}$ .

Por otro lado, de acuerdo a las características químicas del óxido de grafeno, Yu y Wu (2020) utilizó el GO con el contenido de oxígeno mayor al 50% y menos del 46 % de carbono, por otra parte, Hu et al. (2022) en su investigación con GO tuvo más del 42% de contenido de oxígeno y menos del 50% de contenido de carbono. En cambio, las características químicas del GO utilizado en esta investigación, se trabajó con un promedio de 35.49% de oxígeno y 63.4% de carbono.

Analizando los resultados de resistencia a la compresión de los autores: Chougan et al. (2021) su dosificación de 0.01% mejoró en 29%, Alharbi et al.(2018) con la adición de 0.05% de óxido de grafeno oxidado en el borde (EOGO) obtuvo una mejora de 25.54%, Lu y Ouyang (2017) con 0.01% y 0.05% de Nanoláminas de Óxido de Grafeno (GONS) , logró una mejora de 7.82% y 10.40% respectivamente, Chen et al. (2020) obtuvo una mejora de 12.65% con la adición de 0.08%, Devi y Khan (2020) con su dosificación de 0.08% de GO mejoró en 22%, Vásquez (2022) con su dosificación de 0.10% de GO mejoro en 12.60%, Peñares y Pahuacho (2020) en su adición de 0.10% de GO mejoró en 17.3%, Casayco y Morales (2019)

con su dosificación de 0.10% de GO logró una mejora de 26.90%, Lujano y Torres (2021) con una adición de 0.19% de GO mejoró en 17%.

Sobre los resultados de resistencia a compresión los autores: Aliaga y Contreras (2019) observó que su dosificación de 0.04% de Nanoplaquetas de grafeno mejora en 17%; Jiang, Sevim y Ozbulut (2021) con la adición de Nanoplaquetas de grafeno en 0.05% mejora en 12%; Apaza y Rodriguez (2019) con su dosificación de 0.05% en Nanoplaquetas de grafeno mejora en 13.84%; Chu et al. (2017) con su dosificación de 0.10% de nanoláminas de sulfonato de grafeno mejoró en 23.11%; Apaza y Quispe (2018) con sus dosificaciones de Nanotubos de Carbono en 0.05% y 0.10% aumento en 10.05% y 13.39% cemento YURA TIPO IP y WARI TIPO I respectivamente; Choque (2021) con su dosificación de 0.4% de Nanoplaquetas de grafeno mejoró en 34.15%; Montañez y Zavala (2020) con su dosificación de 0.5% de Nanoplaquetas de grafeno mejoró en 26.96 % y Bartra (2019) con una dosificación de 2% de grafeno aumento en 17.35%.



Figura 11. Discusión de Resultados según diversos autores.

Fuente: elaboración propia

En contraste con nuestra investigación, plasmados en la

Tabla 10, se adicionó 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% el cual mejoró la resistencia a compresión en 7.47%, 12.79%, 17.63% y 20.62% respectivamente en comparación a la muestra sin GO, llevando una relación de resultados similares respecto a nuestras adiciones e influencia del mismo con los antecedentes con tendencia a aumentar.

Acerca de los resultados de resistencia a tracción los autores: Apaza y Quispe (2018) con su adición de 0.05% de Nanotubos de carbono aumentó en 18% y 14.02% con cemento YURA TIPO IP y WARI TIPO I respectivamente, Devi y Khan (2020) con su adición de 0.08% de GO obtuvo la mejora de 19%, Lujano y Torres (2021) con su dosificación de 0.19% de GO mejoró en 11%, En contraste con nuestra investigación plasmados en la Tabla 11, donde se analiza la adición de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% al concreto, a los 28 días de curado arrojaron mejoras de 10.09%, 15.25%, 24.26% y 38.19% respectivamente respecto a la muestra Patrón. Estos resultados guardan relación con tendencia a mejora en las investigaciones.

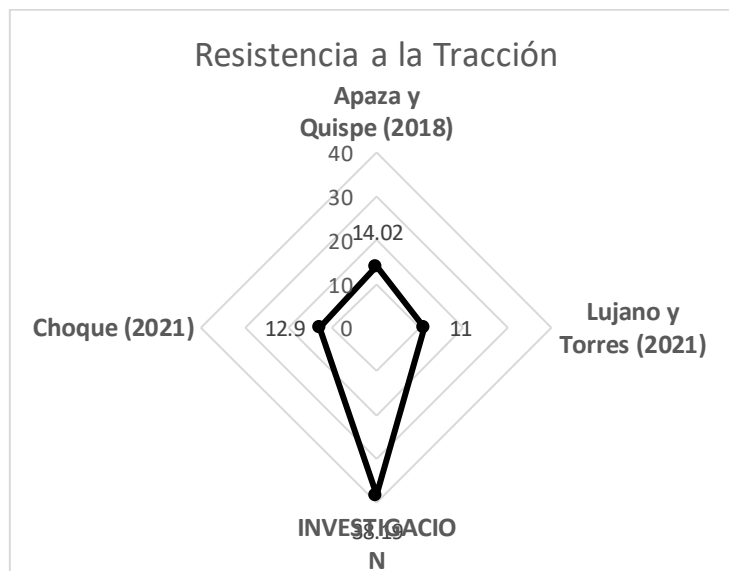


Figura 12. Discusión de Resultados a tracción según diversos autores.

Fuente: elaboración propia

En cuanto al módulo elástico los autores: Aliaga y Contreras (2019) con su adición de 0.04% de Nanoplaquetas de grafeno mejora en 45.56 % Apaza y Quispe (2018) con 0.05% de Nanotubos de Carbono (NTC) con el cual analizo 2 tipos de cemento, obteniendo mejoras de 5.60% y 0.45% con cemento YURA TIPO IP y WARI TIPO I respectivamente, Chen et al. (2020) con el 0.08% de GO obtuvo la de mejora de 10.34%. En contraste con nuestra investigación, plasmados en la Tabla 12, donde se utilizó el cemento Portland Tipo I con dosificaciones de 0.05%, 0.10%, 0.15 % y 0.20% de GO, se obtuvo mejoras de 3.70%, 5.88%, 8.13% y 9.98 respectivamente, cabe recalcar que estos resultados difieren debido que se usó un tipo de grafeno y cemento distinto.

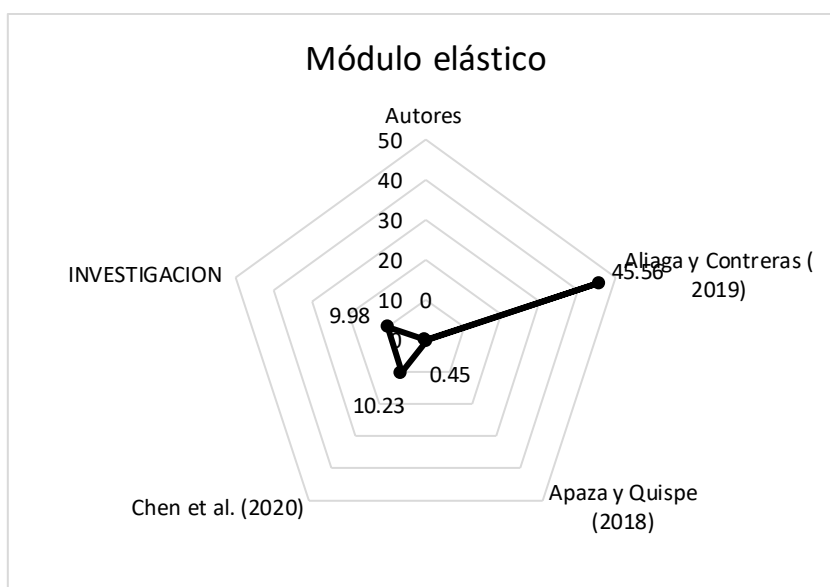


Figura 13. Discusión de Resultados en el módulo elástico de diversos autores.

Fuente: elaboración propia

En relación a los resultados de la resistencia a la flexión los autores: Chougan et al. (2021) con su dosificación de 0.01% observó la mejora de 13%, Lu y Ouyang (2017) con 0.05% de Nanoláminas de Óxido de Grafeno (GONS) logró la mejora de 12.63%, Alharbi (2018) con la adición de 0.05% de óxido de grafeno oxidado en el borde (EOGO) obtuvo la mejora de 37.34%, Chen et al (2020) obtuvo la mejora de 7.83% con la adición de 0.08%. Por otra parte, Choque (2021) con su dosificación de 0.4% de Nanoplaquetas de grafeno mejoró en 12.82%, Apaza y Quispe (2018) con sus dosificaciones de Nanotubos de Carbono en 0.05% y

0.10% aumento en 20.88% y 15.31% con cemento YURA TIPO IP y WARI TIPO I respectivamente. En contraste con nuestra investigación plasmados en la Tabla 13 donde el 0.05%, 0.10%, 0.15 y 0.20%, mejoró la resistencia a flexión en 5.60%, 11.37%, 18.43 y 27.95 %, en comparación a la muestra sin GO a los 28 días de curado.

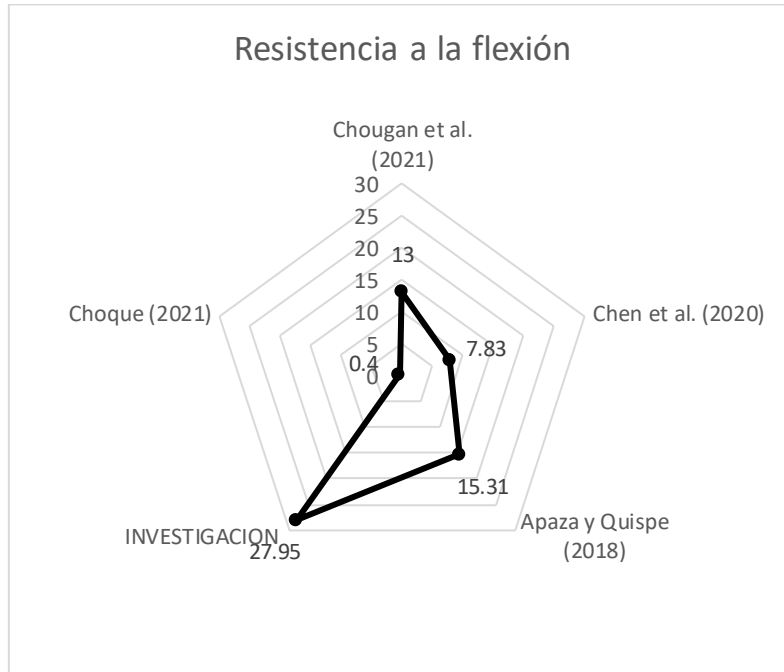


Figura 14. Discusión de Resultados a flexión según diversos autores.

Fuente: elaboración propia

## VI. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas del GO que se utilizó para esta investigación son: de espesor menor igual a 5 nm, de diámetro promedio de 20  $\mu\text{m}$ , de 35.49% de contenido de oxígeno y 63.4% de contenido de carbono, el cual según la literatura lo hace un nanomaterial con buen comportamiento mecánico.
- La adición del óxido de grafeno en la mezcla cementicia del concreto  $f'c$  280  $\text{kg}/\text{cm}^2$  incrementa la resistencia mecánica de manera proporcional, cuanto más GO se agrega al concreto esta tiene mayor influencia en la resistencia a compresión, tracción, flexión y moduló elástico.
- A los 28 días de curado se determinó que el porcentaje con mayor influencia es el 0.20% el cual aumenta 20.62% en la resistencia a la compresión, 38.19% en la tracción, 27.95% en la flexión y 9.98% en el módulo elástico respecto al concreto patrón.
- Estadísticamente, el porcentaje óptimo de esta investigación es el 0.20%, el cual tiene diferencias significativas de las medias respecto al concreto patrón  $f'c$  280  $\text{kg}/\text{cm}^2$  en las resistencias analizadas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar precauciones adicionales al manipular el óxido de grafeno ya que se trata de un material de estructura muy fina y volátil que podría generar dificultades respiratorias, además de complementar estudios sobre la microestructura en el concreto endurecido: DFRX para la caracterización de sus componentes, FTIR y TGA para la identificación de los enlaces químicos y Temperatura de degradación respectivamente.
- Se recomienda continuar realizando investigaciones sobre el óxido de grafeno en porcentajes mayores a los usados en esta tesis, con el fin de descubrir nuevas formas de aprovechar este material en beneficio de desarrollar soluciones innovadoras en el rubro constructivo.
- Se recomienda utilizar la dosificación de GO del 0.20%, ya que con esta proporción se obtiene su máxima resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo elástico después de 28 días de curado. Esta proporción ha demostrado mejoras significativas el cual resulta de gran beneficio para aplicaciones que requieren altos niveles de resistencia y rendimiento estructural.
- Se recomienda usar esta investigación para llevar a cabo futuras indagaciones para buscar más usos del óxido de grafeno en el sector constructivo.

## REFERENCIAS

- ALHARBI, Y., AN, J., CHO, B.H., KHAWAJI, M., CHUNG, W. y NAM, B.H., 2018. Mechanical and sorptivity characteristics of edge-oxidized graphene oxide (EOGO)-cement composites: Dry-and wet-mix design methods. *Nanomaterials*, vol. 8, no. 9. ISSN 20794991. DOI 10.3390/nano8090718.
- ALIAGA, A.M. y CONTRERAS, M.C., 2019. *Incorporación del grafeno para mejorar el comportamiento mecánico a compresión del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* , Lima 2019 [en línea]. Lima, Perú: s.n. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44674>.
- APAZA, R. y RODRIGUEZ, A., 2019. Análisis de la influencia del grafeno como aditivo en la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto, Lima-2019. *Repositorio Institucional - UCV*, pp. 127.
- APAZA, V.A. y QUISPE, K.M., 2018. MEJORAMIENTO DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE NANOTUBOS DE CARBONO. , pp. 172.
- ASTM C 469, 1994. Método Estándar de Ensayo para Módulo de Elasticidad Estático y Relación de Poisson del Concreto en Compresión. , pp. 3-6.
- ASTM E797-E797M-21, 2021. Measuring Thickness by Manual Ultrasonic Pulse-Echo Contact Method. , DOI 10.1520/E0797.
- BARTRA, D.E., 2019. Evaluación de la Influencia del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico para Mejorar la Resistencia del Concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  Tarapoto, 2018. *Ucv* [en línea], pp. 88. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39521>.
- CASAYCO, C.A. y MORALES, C.F., 2019. *Incorporación del Óxido de Grafeno para Mejorar la Resistencia a Compresión del Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$* , Lima, 2019. [en línea]. Lima, Perú: s.n. ISBN 0000000167. Disponible en: <https://cutt.ly/wSESy5I>.
- CHEN, J. y LI, L., 2020. Effect of oxidation degree on the thermal properties of graphene oxide. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea], vol. 9, no. 6, pp. 13740-13748. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2020.09.092.



Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.09.092>.

CHEN, W. y ZHANG, L., 2022. Building vulnerability assessment in seismic areas using ensemble learning: A Nepal case study. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 350, no. March, pp. 131418. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.131418. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131418>.

CHEN, Z., XU, Y., HUA, J., WANG, X., HUANG, L. y ZHOU, X., 2020. Mechanical Properties and Shrinkage Behavior of Concrete-Containing Graphene-Oxide Nanosheets. *Materials*, vol. 13, no. 3, pp. 590. ISSN 1996-1944. DOI 10.3390/ma13030590.

CHOQUE, L., 2021. *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F'C = 210 KG/CM2, agregando grafeno* [en línea]. Lima, Perú: s.n. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/5000>.

CHOUGAN, M., LAMASTRA, F.R., BOLLI, E., CASCHERA, D., KACIULIS, S., MAZZUCA, C., MONTESPERELLI, G., HAMIDREZA, S., AL-KHEETAN, M.J., BIANCO, A., MARIO, I., STUDI, U., VERGATA, T., CONSORZIO, U., RICER, CA, I., TOR, R., POLITECNICO, V., CHIMICHE, T., STUDI, U. y VERGATA, T., 2021. Extra-low dose graphene oxide cementitious nanocomposites: a nano-to-macroscale approach. ,

CHU, H. yan, JIANG, J. yang, SUN, W. y ZHANG, M., 2017. Effects of graphene sulfonate nanosheets on mechanical and thermal properties of sacrificial concrete during high temperature exposure. *Cement and Concrete Composites* [en línea], vol. 82, pp. 252-264. ISSN 09589465. DOI 10.1016/j.cemconcomp.2017.06.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.06.007>.

CHU, H., ZHANG, Y., WANG, F., FENG, T., WANG, L. y WANG, D., 2020. Effect of Graphene Oxide on Mechanical Properties and Durability of Ultra-High-Performance Concrete Prepared from Recycled Sand. *Nanomaterials*, vol. 10, no. 9, pp. 1718. ISSN 2079-4991. DOI 10.3390/nano10091718.

DEVI, S.C. y KHAN, R.A., 2020. Effect of graphene oxide on mechanical and

- durability performance of concrete. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 27, no. November 2018, pp. 101007. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.job.2019.101007. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.101007>.
- DU, S., JIANG, Y., ZHONG, J., GE, Y. y SHI, X., 2020. Surface abrasion resistance of high-volume fly ash concrete modified by graphene oxide: Macro- and micro-perspectives. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 237, pp. 117686. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.117686. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117686>.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., 2022. UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL GRAFENO: ESE MARAVILLOSO NUEVO MATERIAL Mar García-Hernández Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. [en línea], vol. 34, pp. 1-8. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8758987>.
- HONG, X., LEE, J.C. y QIAN, B., 2022. Mechanical Properties and Microstructure of High-Strength Lightweight Concrete Incorporating Graphene Oxide. *Nanomaterials*, vol. 12, no. 5, pp. 833. DOI 10.3390/nano12050833.
- HU, Y.G., AWOL, J.F., CHEN, S., JIANG, J.N., PU, X., JIA, X. y XU, X.Q., 2022. Experimental study of the electrical resistance of graphene oxide-reinforced cement-based composites with notch or rebar. *Journal of Building Engineering*, vol. 51, no. January. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.job.2022.104331.
- JIANG, Z., SEVIM, O. y OZBULUT, O.E., 2021. Mechanical properties of graphene nanoplatelets-reinforced concrete prepared with different dispersion techniques. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 303, no. January, pp. 124472. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124472. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124472>.
- JYOTHIMOL, P., HAZEENA, R., ISSAC, M.T. y MATHIAZHAGAN, A., 2020. Effect of reduced graphene oxide on the mechanical properties of concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 491, no. 1. ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/491/1/012038.

- KASHIF UR REHMAN, S., IBRAHIM, Z., MEMON, S., AUNKOR, M., FAISAL JAVED, M., MEHMOOD, K. y SHAH, S., 2018. Influence of Graphene Nanosheets on Rheology, Microstructure, Strength Development and Self-Sensing Properties of Cement Based Composites. *Sustainability*, vol. 10, no. 3, pp. 822. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su10030822.
- KUDŽMA, A., ŠKAMAT, J., STONYS, R., KRASNIKOVS, A., KUZNETSOV, D., GIRSKAS, G. y ANTONOVIČ, V., 2019. Study on the effect of graphene oxide with low oxygen content on Portland cement based composites. *Materials*, vol. 12, no. 5. ISSN 19961944. DOI 10.3390/MA12050802.
- LI, C.Y., CHEN, S.J., LI, W.G., LI, X.Y., RUAN, D. y DUAN, W.H., 2019. Dynamic increased reinforcing effect of graphene oxide on cementitious nanocomposite. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 206, pp. 694-702. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.02.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.001>.
- LU, L. y OUYANG, D., 2017. Properties of Cement Mortar and Ultra-High Strength Concrete Incorporating Graphene Oxide Nanosheets. *Nanomaterials*, vol. 7, no. 7, pp. 187. ISSN 2079-4991. DOI 10.3390/nano7070187.
- LUJANO, V.N. y TORRES, A., 2021. *Adición del grafeno para mejorar las propiedades mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm2 Callao - 2021*. Callao, Perú: s.n. ISBN 0000272733903.
- MONTAÑEZ, B.M. y ZAVALA, A.G., 2020. Análisis de la Influencia del grafeno en la propiedad de durabilidad del concreto F'c 210 kg/cm2 Lima- 2020. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], pp. 161. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- NAVARRO JIMENEZ, E. y FORERO ROMERO, H., 2017. *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono*. S.l.: s.n. ISBN 2013206534.
- NTP 339.034, 2021. CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. , no. Lima 27.

- NTP 339.078, 2022. CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. *Dirección de Normalización - Instituto Nacional de Calidad* [en línea], no. Lima 15046. Disponible en: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=34705&idtv=9474>.
- NTP 339.084, 2022. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. , no. Lima 27.
- PEÑARES, R. y PAHUACHO, J.M., 2020. *Incorporación del grafeno para lograr resistencias mayores a partir del concreto  $f'c = 245 \text{ kg/cm}$*  [en línea]. Lima, Perú: s.n. ISBN 0000000344128. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- SEGURA DELGADO, P.A. y MOSQUERA SUÁREZ, C.J., 2021. El concepto de pureza: una revisión desde la naturaleza de las ciencias. *Educación Química*, vol. 32, no. 3, pp. 14. ISSN 0187-893X. DOI 10.22201/fq.18708404e.2021.3.76884.
- SHANGGUAN, M., XIE, Y., XU, S., GAO, C., LONG, G., WANG, F. y LIU, M., 2023. Mechanical properties characteristics of high strength concrete exposed to low vacuum environment. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 63, no. PA, pp. 105438. ISSN 2352-7102. DOI 10.1016/j.jobbe.2022.105438. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105438>.
- SUI, Y., LIU, S., OU, C., LIU, Q. y MENG, G., 2021. Experimental investigation for the influence of graphene oxide on properties of the cement-waste concrete powder composite. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 276, pp. 122229. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.122229. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122229>.
- VÁSQUEZ, E., 2022. Evaluación de la incorporación de óxido de grafeno en muestras de cemento Portland Tipo I y su influencia en el incremento de la resistencia a la compresión. , pp. 113.

- WU, Y.Y., ZHANG, J., LIU, C., ZHENG, Z. y LAMBERT, P., 2020. *Effect of graphene oxide nanosheets on physical properties of ultra-high-performance concrete with high volume supplementary cementitious materials*. 2020. S.l.: s.n.
- XIAOJIANG, H., LEE, J.C. y QIAN, B., 2022. Propiedades mecánicas y microestructura del hormigón ligero de alta resistencia que incorpora óxido de grafeno. ,
- YU, L. y WU, R., 2020. Using graphene oxide to improve the properties of ultra-high-performance concrete with fine recycled aggregate. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 259, pp. 120657. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.120657. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120657>.
- ZHANG, Y., LI, S., ZHANG, W., CHEN, X., HOU, D., ZHAO, T. y LI, X., 2019. Preparation and mechanism of graphene oxide/isobutyltriethoxysilane composite emulsion and its effects on waterproof performance of concrete. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 208, pp. 343-349. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.015. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.015>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿la adición de óxido de grafeno influye en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	variable independiente (x: óxido de grafeno)	descripción de las propiedades del óxido de grafeno	i1. espesor (nm)	
	evaluar la influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque.	la adición de óxido de grafeno influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque			i2. diámetro (µm)	
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>				i3. contenido de óxido (%)	
					i4. contenido de carbono (%)	
		<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		variable dependiente (propiedades mecánicas del concreto)	análisis de las propiedades mecánicas del concreto con adición de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% de óxido de grafeno	i5. resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
		<b>HIPÓTESIS NULA</b>	ho: la adición de óxido de grafeno no influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>			i6. resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
	oe1. describir las propiedades fisicoquímicas del óxido de grafeno para el estudio de su influencia en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque.					i7. resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
oe2. analizar la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo elástico con la adición de 0.00%, 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% de óxido de grafeno en el concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque.	<b>HIPÓTESIS ALTERNATIVA</b>		i8. módulo elástico (kg/cm <sup>2</sup> )			
oe3. evaluar estadísticamente la influencia del porcentaje óptimo de óxido de grafeno en la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo elástico del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque.	ha: al menos un porcentaje de adición de óxido de grafeno influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> .		evaluación del porcentaje óptimo de óxido de grafeno	i9. δ resistencia a la compresión (%)		
				i10. δ resistencia a la tracción (%)		
				i11. δ resistencia a la flexión (%)		
				i12. δ módulo elástico (%)		

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSRUMENTO
Variable Independiente (Oxido de Grafeno)	El óxido de grafeno es un material de dos dimensiones derivado del grafito compuesto por una millonésima de milímetro de átomos de carbono ubicados de forma hexagonal, y además, es uno de los materiales más duros parecido al diamante, el cual presenta múltiples características físicas y mecánicas, como resistencia a las rayaduras, también presenta gran resistencia a la compresión, flexibilidad y tiene buena conducción térmica y eléctrica, por lo tanto, es uno de los mejores nanomateriales abundantes que existen para aplicar en distintos campos de la tecnología (Li et al. 2019).	Se elaborará un concreto patrón como base y luego se añadirá GO en dosificaciones de 0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20% respecto al peso de cemento con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas.	Descripción de las propiedades fisicoquímicas del oxido de grafeno	I1. Espesor (nm)	RAZON	FICHA DE RESULTADOS
				I2. Diámetro ( $\mu\text{m}$ )		
				I3. Contenido de oxido (%)		
				I4. Contenido de carbono (%)		
Variable Dependiente (Propiedades mecánicas del concreto)	Características de los materiales de resistir fuerzas que actúan sobre ellos, los cual permiten entender su desempeño estructural (Navarro Jimenez y Forero Romero 2017).	Se realizará ensayos de resistencia en el laboratorio, para un concreto patrón de $f'c$ 280 $\text{kg/cm}^2$ y con adiciones de GO en proporciones de 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20% en peso de cemento. La ruptura será a los 7, 14 y 28 días de curado. Siendo en este último cuando el concreto logre su resistencia límite, se determinará qué porcentaje es el que influye positiva y significativamente en su resistencia a compresión, tracción, flexión y módulo elástico.	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto con adición de 0.00%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2% de óxido de grafeno	I5. Resistencia a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ )	RAZON	GUIA DE OBSERVACION
				I6. Resistencia a la flexión ( $\text{Kg/cm}^2$ )		
				I7. Resistencia a la tracción ( $\text{Kg/cm}^2$ )		
				I8. Modulo elástico ( $\text{Kg/cm}^2$ )		
			Evaluación del porcentaje óptimo de óxido de grafeno	I9. $\Delta$ Resistencia a la compresión (%)	INTERVALO	FICHA DE RESULTADOS
				I10. $\Delta$ Resistencia a la tracción (%)		
				I11. $\Delta$ Resistencia a la flexión (%)		
				I12. $\Delta$ Módulo elástico (%)		

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD01</b>	F.E. 20/12/2023 Versión 1.0
--	-----------------------------------

**Investigador:** Angaspilco Delgado Franklin Aron & Ramos Suxe Wagner  
**Investigación:** Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Adición:** Sin adición de óxido de grafeno  
**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M01-0-07	M02-0-07	M03-0-07	Promedio	
1	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M04-0-14	M05-0-14	M06-0-14	Promedio	
		M07-0-28	M08-0-28	M09-0-28	M10-0-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M011-0-07	M012-0-07	M013-0-07	Promedio	
2	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M014-0-14	M015-0-14	M016-0-14	Promedio	
		M017-0-28	M018-0-28	M019-0-28	M020-0-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M021-0-07	M022-0-07	M023-0-07	Promedio	
3	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M024-0-14	M025-0-14	M026-0-14	Promedio	
		M027-0-28	M028-0-28	M029-0-28	M030-0-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M031-0-07	M032-0-07	M033-0-07	Promedio	
4	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M034-0-14	M035-0-14	M036-0-14	Promedio	
		M037-0-28	M038-0-28	M039-0-28	M040-0-28	Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia



## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02

F.E.  
20/12/2023  
Versión 1.0

**Investigador:** Angaspilco Delgado Franklin Aron & Ramos Suxe Wagner  
Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Adición:** 0.05% de ÓXIDO DE GRAFENO

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M041-0.05-07	M042-0.05-07	M043-0.05-07	Promedio	
5	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M044-0.05-14	M045-0.05-14	M046-0.05-14	Promedio	
		M047-0.05-28	M048-0.05-28	M049-0.05-28	M050-0.05-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M051-0.05-07	M052-0.05-07	M053-0.05-07	Promedio	
6	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M054-0.05-14	M055-0.05-14	M056-0.05-14	Promedio	
		M057-0.05-28	M058-0.05-28	M059-0.05-28	M060-0.05-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M061-0.05-07	M062-0.05-07	M063-0.05-07	Promedio	
7	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M064-0.05-14	M065-0.05-14	M066-0.05-14	Promedio	
		M067-0.05-28	M068-0.05-28	M069-0.05-28	M070-0.05-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M071-0.05-07	M072-0.05-07	M073-0.05-07	Promedio	
8	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M074-0.05-14	M075-0.05-14	M076-0.05-14	Promedio	
		M077-0.05-28	M078-0.05-28	M079-0.05-28	M080-0.05-28	Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03

F.E. 20/12/2023

Versión 1.0

**Investigador:** Angaspilco Delgado Franklin Aron & Ramos Suxe Wagner

**Investigación:** Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Adición:** 0.10% de ÓXIDO DE GRAFENO

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M81-0.10-07	M82-0.10-07	M83-0.10-07	Promedio	
9	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M84-0.10-14	M85-0.10-14	M86-0.10-14	Promedio	
		M87-0.10-28	M88-0.10-28	M89-0.10-28	M90-0.10-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M91-0.10-07	M92-0.10-07	M93-0.10-07	Promedio	
10	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M94-0.10-14	M95-0.10-14	M96-0.10-14	Promedio	
		M97-0.10-28	M98-0.10-28	M99-0.10-28	M100-0.10-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M101-0.10-07	M102-0.10-07	M103-0.10-07	Promedio	
11	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M104-0.10-14	M105-0.10-14	M106-0.10-14	Promedio	
		M107-0.10-28	M108-0.10-28	M109-0.10-28	M110-0.10-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M111-0.10-07	M112-0.10-07	M113-0.10-07	Promedio	
12	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M114-0.10-14	M115-0.10-14	M116-0.10-14	Promedio	
		M117-0.10-28	M118-0.10-28	M119-0.10-28	M120-0.10-28	Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04

F.E.  
20/12/2023  
Versión 1.0

**Investigador:** Angaspilco Delgado Franklin Aron & Ramos Suxe Wagner  
Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Adición:** 0.15% de ÓXIDO DE GRAFENO

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M121-0.15-07	M122-0.15-07	M123-0.15-07	Promedio	
13	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M124-0.15-14	M125-0.15-14	M126-0.15-14	Promedio	
		M127-0.15-28	M128-0.15-28	M129-0.15-28	M130-0.15-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M131-0.15-07	M132-0.15-07	M133-0.15-07	Promedio	
14	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M134-0.15-14	M135-0.15-14	M136-0.15-14	Promedio	
		M137-0.15-28	M138-0.15-28	M139-0.15-28	M140-0.15-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M141-0.15-07	M142-0.15-07	M143-0.15-07	Promedio	
15	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M144-0.15-14	M145-0.15-14	M146-0.15-14	Promedio	
		M147-0.15-28	M148-0.15-28	M149-0.15-28	M150-0.15-28	Promedio

Obs. N°	Propiedad	M151-0.15-07	M152-0.15-07	M153-0.15-07	Promedio	
16	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M154-0.15-14	M155-0.15-14	M156-0.15-14	Promedio	
		M157-0.15-28	M158-0.15-28	M159-0.15-28	M160-0.15-28	Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05

F.E.  
20/12/2023  
Versión 1.0

**Investigador:** Angaspilco Delgado Franklin Aron & Ramos Suxe Wagner  
**Investigación:** Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Adición:** 0.20% de ÓXIDO DE GRAFENO

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M161-0.20-07	M162-0.20-07	M163-0.20-07	Promedio
17	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M164-0.20-14	M165-0.20-14	M166-0.20-14	Promedio
		M167-0.20-28	M168-0.20-28	M169-0.20-28	M170-0.20-28 Promedio
Obs. N°	Propiedad	M171-0.20-07	M172-0.20-07	M173-0.20-07	Promedio
18	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M174-0.20-14	M175-0.20-14	M176-0.20-14	Promedio
		M177-0.20-28	M178-0.20-28	M179-0.20-28	M180-0.20-28 Promedio
Obs. N°	Propiedad	M181-0.20-07	M182-0.20-07	M183-0.20-07	Promedio
19	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M184-0.20-14	M185-0.20-14	M186-0.20-14	Promedio
		M187-0.20-28	M188-0.20-28	M189-0.20-28	M190-0.20-28 Promedio
Obs. N°	Propiedad	M191-0.20-07	M192-0.20-07	M193-0.20-07	Promedio
20	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M194-0.20-14	M195-0.20-14	M196-0.20-14	Promedio
		M197-0.20-28	M198-0.20-28	M199-0.20-28	M200-0.20-28 Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## Anexo 4. Validación del instrumento de observación

### GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Arturo Elmer Casas López  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Maestro en Gestión Pública  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Privada César Vallejo S.A.C, Perú

#### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

#### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)			3	24	40
Puntaje total			67		

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) =  $[\text{puntaje obtenido} / 75] \times 100 = \%$

$$= [67 / 75] \times 100 = 89 \%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):**

Revisando los instrumentos de recolección de datos;  
 se concluye que son aptos para su aplicación.

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, ... identificado con DNI. N.º 16762948 certifico que realice el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas Angaspilco Delgado Franklin Arón y Ramos Suxe Wagner en la investigación denominada: Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto fc 280 kg/cm², Lambayeque



Ing. Arturo Casas López  
 CIP N° 77532

DNI: 16762948



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

**Nombre y Apellidos:** Carolina Ortiz Vargas  
**Centro laboral:** Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
**Título profesional:** Maestra en Gestión  
**Grado:** Magister **Mención:** Ingeniería Civil  
**Institución donde lo obtuvo:** Universidad Privada César Vallejo S.A.C, Perú  
**Otros estudios:** Ingeniera Agrícola

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>			3	20	45
<b>Puntaje total</b>	<b>68</b>				

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= [68 / 75] \times 100 = 91\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
El instrumento es válido porque cumple con  
parámetros establecidos para ser aplicado en  
la investigación.  
.....  
.....

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Carolina Ortiz Vargas identificado con DNI. N.º 16803529 certifico que realice el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas Angaspilco Delgado Franklin Arón y Ramos Suxe Wagner en la investigación denominada: Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.

  
.....  
ing. Carolina Ortiz Vargas  
CIP: 111872  
.....

**Mg. Carolina Ortiz Vargas**

**DNI: 45902345**



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

**Nombre y Apellidos:** Luis Mariano Villegas Granados  
**Centro laboral:** Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
**Título profesional:** Magister en Gestión Pública  
**Grado:** Magister **Mención:** Ingeniería Civil  
**Institución donde lo obtuvo:** Universidad Privada César Vallejo, Perú  
**Otros estudios:** Magister en Educación Docencia y Gestión Educativa

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					x
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				x	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					x
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)				x	
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					x
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					x
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					x
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)		x			
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					x
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					x
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				x	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				x	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				x	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				x	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				x	
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>		2		28	35
<b>Puntaje total</b>					65

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = %

$$= (65/75) \times 100 = 87\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

El instrumento es válido, se encuentra apto para ser aplicado a la población de dicho estudio, ya que cumple con los criterios metodológicos.

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Luis Mariano Villegas Granado identificado con DNI. N.º 16665065 certifico que realice el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas Angaspilco Delgado Franklin Arón y Ramos Suxe Wagner en la investigación denominada: Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque



Mariano Villegas Granados  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 75063

Mg. Luis Mariano Villegas Granados

DNI: 16665065

## Anexo 6.Ficha técnica del oxido de Grafeno



江苏先丰纳米材料科技有限公司

### XFSG01 氧化石墨烯粉体

### XFSG01 Graphene Oxide Powder

#### 1 技术参数(Specification)

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

#### 2 表征测试图(Characterizations)

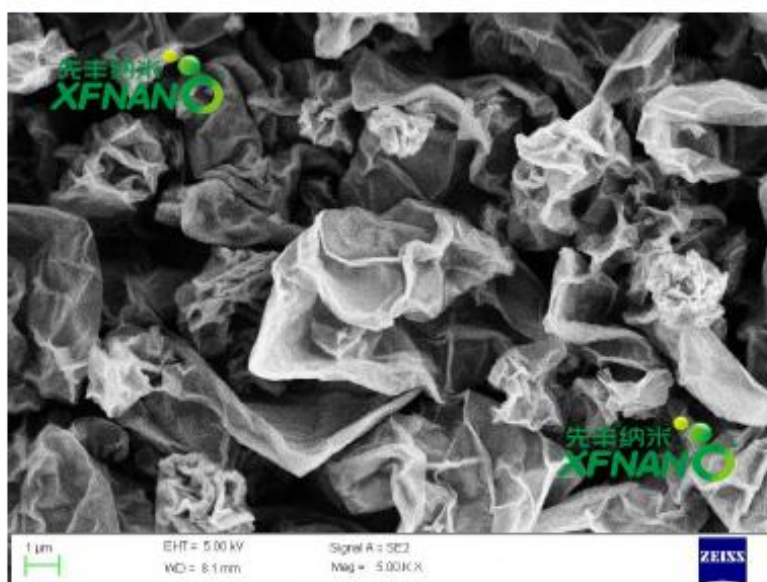


图 1

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

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



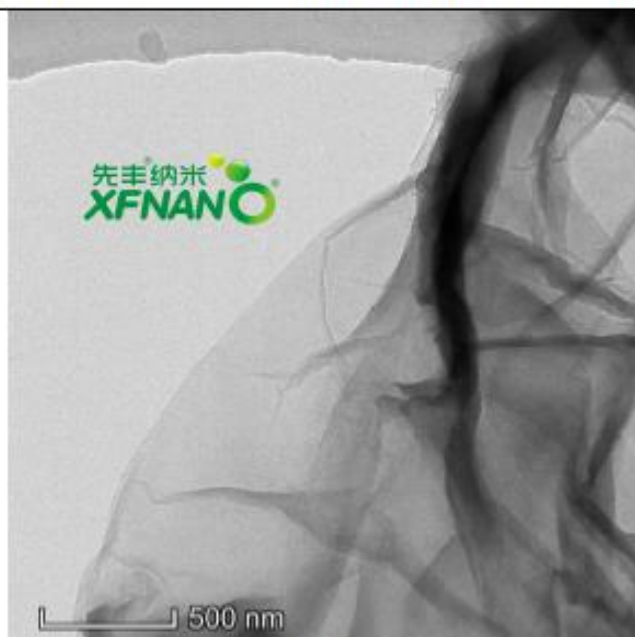


图 4

图 3-4 氧化石墨烯粉体 TEM 图

Fig.3-4 TEM images of graphene oxide powder

表 1 氧化石墨烯粉体的元素重量百分比和原子百分比

Table 1 Element wt.% and At.% of graphene oxide powder

元素 Element	重量百分比 (wt.%) Mass percent	原子百分比 (At.%) Atomic percent
C	55.79	63.40
O	41.60	35.49
S	2.60	1.11

### 3 应用领域(Application Fields)

吸附、分离、负载催化、固相萃取、检测、传感器等。

Adsorption, separation, load catalysis, solid phase extraction, detection and sensors *etc.*

### 4 储存条件(Storage Conditions)

4℃冷藏避光保存，固体分散时最高温度控制在 20℃以下。保存期限六个月。



# 江苏先丰纳米材料科技有限公司

Sealed, avoid light, keep at 4°C, and the temperature should be controlled under 20°C when dispersion.  
Expiry date: six months.

声明：我司保证技术报告中的信息的准确性，但不保证材料的普适性，也不负责由此导致的任何损失。提供的参数为统计数据，允许少量浮动。且我司提供的技术报告都是面向所有客户，报告中的表征图片请勿擅自截图使用。

**Disclaimer:** XFNANO LLC believes that the information in this Technical Data Sheet is accurate and represents the best and most current information available to us. XFNANO Material makes no representations or warranties either express or implied, regarding the suitability of the material for any purpose or the accuracy of the information contained within this document. Accordingly, XFNANO Material will not be responsible for damages resulting from use of or reliance upon this information. Please do not use screenshots of any characteristic graphs in this report without permission.

18/11/2019 Ed.1

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

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

## Anexo 7. Ficha técnica del cemento Portland Tipo I- Pacasmayo



### DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.



### USOS

- Cemento de uso general.

### ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

### RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas.

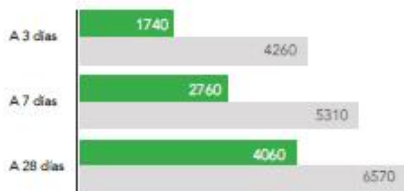


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



\*Requisito opcional.

Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



# Cemento Tipo I Estructural

## Cemento Portland Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

### REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO <sub>2</sub>	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

### REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

\*Valores promedios referenciales de lotes despachados / \*\*Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha Recomendada de Uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades



Fecha de Producción: para que utilices el cemento más fresco

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

Anexo 8. Abrasión de los Ángeles –Cantera La Victoria.

**INFORME DE ENSAYO N° 4311**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")  
 REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Piedra Chancada  
 Cantera : La Victoria

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4329.0
% RETENIDO N° 12	86.58 %
% DESGASTE	13.42 %
% UNIFORMIDAD	0.66 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	13.4 %

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351



Anexo 9. Abrasión de los Ángeles –Cantera Tres Tomas.



**INFORME DE ENSAYO N° 4312**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")  
 REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Piedra Chancada  
 Cantera : Tres Tomas

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4671.0
% RETENIDO N° 12	93.42 %
% DESGASTE	6.58 %
% UNIFORMIDAD	0.56 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	6.6 %

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Anexo 10. Abrasión de los Ángeles –Cantera San Nicolas.

**INFORME DE ENSAYO N° 4313**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Piedra Chancada  
 Cantera : San Nicolas

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	3748.0
% RETENIDO N° 12	74.96 %
% DESGASTE	25.04 %
% UNIFORMIDAD	0.52 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	25.0 %

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Anexo 11. Abrasión de los Ángeles –Cantera San Nicolas.

**INFORME DE ENSAYO N° 4314**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Piedra Chancada

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4080.0
% RETENIDO N° 12	81.60 %
% DESGASTE	18.40 %
% UNIFORMIDAD	0.70 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	18.4 %

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

# Anexo 12. Informe de diseño de mezcla.



## INFORME DE ENSAYO Nº 4347

Expediente Nº : 2328 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Asesor : MG. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INFLUENCIA DE ADICIONES VARIAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Febrero del 2023

### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.558 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.582 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1510 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1713 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 0.9 %
- 6.- Contenido de humedad : 1.0 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.751

##### Agregado grueso :

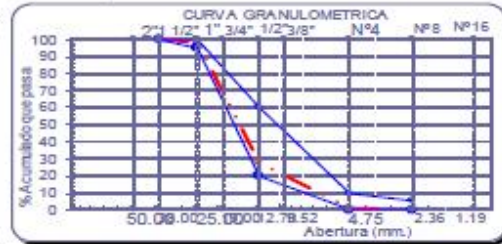
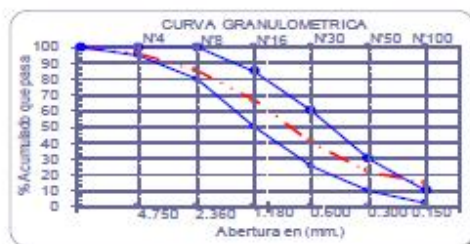
Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreflate

- 1.- Peso específico de masa : 2.608 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.634 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto : 1334 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado : 1503 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción : 1.0 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.4 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.0	96.0
Nº 08	10.9	85.1
Nº 16	18.8	66.4
Nº 30	25.8	40.5
Nº 50	18.5	22.0
Nº 100	7.3	14.8
Fondo	14.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.6	98.4
3/4"	24.8	73.6
1/2"	45.6	27.9
3/8"	14.0	14.0
Nº 04	12.9	1.1
Nº 08	0.8	0.3
Nº 16	0.0	0.2
Fondo	0.2	0.0



*German Gastelo Chirinos*  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



*Juan Carlos Pardo Ojeda Ayesta*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351



INFORME DE ENSAYO Nº 4347

Pag. 2 de 2

Expediente Nº : 2328 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Asesor : MG. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INFLUENCIA DE ADICIONES VARIAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Febrero del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 145 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 52 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 226 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 81 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 11.2 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.558

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 477 Kg/m<sup>3</sup> : Cemento Tipo I  
 Agua 267 L : Agua Potable de la Zona.  
 Agregado fino 724 Kg/m<sup>3</sup> : Cantera La Victoria - Pátapo  
 Agregado grueso 894 Kg/m<sup>3</sup> : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.52	1.87	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	1.51	2.11	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

## Anexo 13. Método del asentamiento del concreto fresco.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1302A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto fresco. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento		
				Diseño (pulg)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	3" - 4"	4	10.16
DM-02	fc 280 kg/cm2 + 0.05% O.G	280	31/03/2023	3" - 4"	3 3/4	9.53
DM-03	fc 280 kg/cm2 + 0.10% O.G	280	31/03/2023	3" - 4"	3 1/2	8.89
DM-04	fc 280 kg/cm2 + 0.15% O.G	280	31/03/2023	3" - 4"	3	7.62
DM-05	fc 280 kg/cm2 + 0.20% O.G	280	31/03/2023	3" - 4"	2 1/2	6.35

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 14. Determinación de la temperatura del concreto fresco.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1302A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : **ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON RAMOS SUXE, WAGNER**

Proyecto / Obra : **TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**  
Fecha de Apertura : **Viernes, 24 de marzo del 2023**  
Inicio de Ensayo : **Viernes, 31 de marzo del 2023**  
Fin de Ensayo : **Viernes, 31 de marzo del 2023**

Ensayo : **CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto fresco. Método de ensayo. 3a edición.**

Referencia : **N.T.P. 339.184 : 2021**

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm <sup>2</sup>	280	31/03/2023	29.0
DM-02	fc 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.05% O.G	280	31/03/2023	30.0
DM-03	fc 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.10% O.G	280	31/03/2023	31.0
DM-04	fc 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.15% O.G	280	31/03/2023	32.0
DM-05	fc 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.20% O.G	280	31/03/2023	32.5

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 15. Determinación del peso unitario del concreto fresco



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

**Solicitud de Ensayo** : 1302A-23/ LEMS W&C  
**Solicitante** : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER

**Proyecto / Obra** : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"

**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Viernes, 24 de marzo del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Viernes, 31 de marzo del 2023  
**Fin de Ensayo** : Viernes, 31 de marzo del 2023

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	2312
02	fc 280 kg/cm2 + 0.05% O.G	280	31/03/2023	2320
03	fc 280 kg/cm2 + 0.10% O.G	280	31/03/2023	2326
04	fc 280 kg/cm2 + 0.15% O.G	280	31/03/2023	2337
05	fc 280 kg/cm2 + 0.20% O.G	280	31/03/2023	2343

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 16. Determinación del contenido de aire en el concreto fresco.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **1302A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER

Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023

Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023

Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.

Referencia : NTP 339.080 : 2017

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm <sup>2</sup>	280	31/03/2023	2.00
DM-02	$fc$ 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.05% O.G	280	31/03/2023	1.40
DM-03	$fc$ 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.10% O.G	280	31/03/2023	1.30
DM-04	$fc$ 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.15% O.G	280	31/03/2023	0.98
DM-05	$fc$ 280 kg/cm <sup>2</sup> + 0.20% O.G	280	31/03/2023	0.80

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 17. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	37834	15.03	177	<b>213.24</b>
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	39119	15.08	178	<b>219.16</b>
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	38075	15.06	178	<b>213.75</b>
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	46976	15.34	185	<b>254.03</b>
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	45288	15.31	184	<b>246.09</b>
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	46878	15.29	184	<b>255.44</b>
07	Testigo 7 -D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	55424	15.45	187	<b>295.61</b>
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	53481	15.32	184	<b>289.96</b>
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	54533	15.36	185	<b>294.39</b>
10	Testigo 10 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	53459	15.36	185	<b>288.60</b>

D.Patrón 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 18. Determinación de la resistencia a la compresión Patrón + 0.05% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

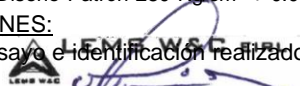
Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	42070	15.16	181	<b>232.99</b>
02	Testigo 2 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	43096	15.15	180	<b>239.05</b>
03	Testigo 3 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	41023	15.15	180	<b>227.45</b>
04	Testigo 4 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	52046	15.27	183	<b>284.31</b>
05	Testigo 5 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	51265	15.37	186	<b>276.36</b>
06	Testigo 6 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	52605	15.24	182	<b>288.42</b>
07	Testigo 7 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	56780	15.27	183	<b>310.21</b>
08	Testigo 8 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	58567	15.35	185	<b>316.29</b>
09	Testigo 9 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	59479	15.25	183	<b>325.66</b>
10	Testigo 10 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	56234	15.36	185	<b>303.63</b>

M.P + 0.05% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.05% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 19. Determinación de la resistencia a la compresión Patrón + 0.10% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

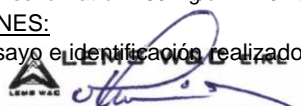
Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm²)	f'c (Kg/Cm²)
01	Testigo 1 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	43101	15.13	180	<b>239.79</b>
02	Testigo 2 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	45704	15.23	182	<b>250.96</b>
03	Testigo 3 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	44336	15.18	181	<b>245.05</b>
04	Testigo 4 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	55490	15.32	184	<b>301.13</b>
05	Testigo 5 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	55686	15.35	185	<b>301.09</b>
06	Testigo 6 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	56298	15.33	185	<b>304.87</b>
07	Testigo 7 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	60644	15.35	185	<b>327.74</b>
08	Testigo 8 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	61289	15.24	182	<b>336.01</b>
09	Testigo 9 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	60190	15.37	185	<b>324.57</b>
10	Testigo 10 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	61035	15.35	185	<b>329.71</b>

M.P + 0.10% = Diseño Patrón 280 Kg/cm² + 0.10% de óxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 20. Determinación de la resistencia a la compresión Patrón + 0.15% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	48588	15.13	180	270.16
02	Testigo 2 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	46398	15.26	183	253.82
03	Testigo 3 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	47061	15.19	181	259.55
04	Testigo 4 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	58811	15.32	184	318.92
05	Testigo 5 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	57632	15.24	182	315.98
06	Testigo 6 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	57527	15.28	183	313.67
07	Testigo 7 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	63578	15.36	185	343.27
08	Testigo 8 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	62751	15.34	185	339.75
09	Testigo 9 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	63448	15.28	183	346.05
10	Testigo 10 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	63115	15.25	183	345.46

M.P + 0.15% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.15% de óxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 21. Determinación de la resistencia a la compresión Patrón + 0.20% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm²)	f'c (Kg/Cm²)
01	Testigo 1 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	49373	15.13	180	<b>274.52</b>
02	Testigo 2 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	50273	15.26	183	<b>275.02</b>
03	Testigo 3 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	49743	15.19	181	<b>274.34</b>
04	Testigo 4 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	59983	15.32	184	<b>325.27</b>
05	Testigo 5 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	60398	15.24	182	<b>331.15</b>
06	Testigo 6 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	59854	15.28	183	<b>326.36</b>
07	Testigo 7 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	65601	15.35	185	<b>354.63</b>
08	Testigo 8 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	64831	15.38	186	<b>349.06</b>
09	Testigo 9 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	64949	15.37	185	<b>350.17</b>
10	Testigo 10 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	65759	15.34	185	<b>355.65</b>

M.P + 0.20% = Diseño Patrón 280 Kg/cm² + 0.20% de óxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 22. Determinación de la resistencia a la tracción del concreto patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	119320	151	303	1.67	16.99
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	130870	153	305	1.78	18.18
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	114030	153	303	1.57	15.98
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	160320	152	305	2.20	22.41
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	150870	153	303	2.07	21.08
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	141030	155	303	1.92	19.58
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	189830	153	304	2.60	26.48
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	171160	154	303	2.34	23.83
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	174590	153	303	2.39	24.39
10	Testigo 9 - D.Patrón 281	280	31/03/2023	28/04/2023	28	159300	154	309	2.14	21.80

Donde:

M.P : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
P: Carga  
d: Diámetro  
l: Longitud  
T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 23. Determinación de la resistencia a la tracción Patrón + 0.05% OG



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceiri@gmail.com

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	129320	152	301	1.80	18.35
02	Testigo 2 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	140870	155	303	1.91	19.50
03	Testigo 3 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	128030	154	302	1.75	17.88
04	Testigo 4 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	180320	154	303	2.46	25.12
05	Testigo 5 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	168870	155	302	2.31	23.51
06	Testigo 6 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	157030	156	301	2.13	21.73
07	Testigo 7 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	204830	155	302	2.79	28.47
08	Testigo 8 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	201160	155	302	2.74	27.91
09	Testigo 9 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	177590	155	302	2.42	24.72
10	Testigo 10 - M.P + 0.05% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	184300	155	308	2.46	25.14

Donde:

M.P + 0.05%OG : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.05% óxido de grafeno

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 24. Determinación de la resistencia a la tracción Patrón + 0.10% OG



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de	Fecha de	Edad	P	d	l	T	T
N°		f'c	vaciado	de ensayo	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	139320	152	304	1.91	19.52
02	Testigo 2 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	150870	155	305	2.03	20.71
03	Testigo 3 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	136030	155	304	1.84	18.77
04	Testigo 4 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	195320	154	310	2.60	26.49
05	Testigo 5 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	175870	155	304	2.37	24.18
06	Testigo 6 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	166030	156	304	2.22	22.68
07	Testigo 7 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	219830	155	305	2.96	30.17
08	Testigo 8 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	201160	156	305	2.70	27.56
09	Testigo 9 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	204590	155	304	2.76	28.12
10	Testigo 10 - M.P + 0.10% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	188300	155	310	2.49	25.36

Donde:

M.P + 0.10%OG : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.10% óxido de grafeno  
P: Carga  
d: Diámetro  
l: Longitud  
T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 244904

## Anexo 25. Determinación de la resistencia a la tracción Patrón + 0.15% OG



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceiri@gmail.com

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : **ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON**  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : **TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"**  
Ubicación : **Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
Fecha de Apertura : **Viernes, 24 de marzo del 2023**  
Inicio de Ensayo : **Viernes, 31 de marzo del 2023**  
Fin de Ensayo : **Viernes, 31 de marzo del 2023**  
Ensayo : **CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.**  
Referencia : **N.T.P 339.084: 2022**

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	142990	152	302	1.98	20.23
02	Testigo 2 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	165320	155	304	2.24	22.82
03	Testigo 3 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	139030	154	303	1.90	19.36
04	Testigo 4 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	186320	154	304	2.54	25.89
05	Testigo 5 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	205870	154	303	2.80	28.59
06	Testigo 6 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	176030	156	302	2.38	24.29
07	Testigo 7 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	238830	154	303	3.25	33.10
08	Testigo 8 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	216160	155	303	2.93	29.91
09	Testigo 9 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	214590	155	303	2.92	29.79
10	Testigo 10 - M.P + 0.15% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	199300	155	309	2.66	27.11

Donde:

M.P + 0.15%OG : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.15% óxido de grafeno

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 26. Determinación de la resistencia a la tracción Patrón + 0.20% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	d	l	T	T
Nº		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	157990	152	303	2.19	22.29
02	Testigo 2 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	168870	155	305	2.28	23.24
03	Testigo 3 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	07/04/2023	7	175030	154	303	2.38	24.30
04	Testigo 4 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	225320	154	305	3.06	31.21
05	Testigo 5 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	213870	155	303	2.90	29.61
06	Testigo 6 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	14/04/2023	14	210030	156	303	2.83	28.89
07	Testigo 7 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	254830	155	304	3.45	35.22
08	Testigo 8 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	246160	155	303	3.33	33.96
09	Testigo 9 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	259590	155	303	3.52	35.93
10	Testigo 10 - M.P + 0.20% O.G	280	31/03/2023	28/04/2023	28	208300	155	309	2.77	28.25

Donde:

M.P + 0.20%GO : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.20% óxido de grafeno

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 27. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto patrón



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>r</sub>	M <sub>r</sub>
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	19560	450	152	152	0	2.53	<b>25.81</b>
02	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	18350	450	151	151	0	2.41	<b>24.62</b>
03	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	21690	450	150	151	0	2.88	<b>29.39</b>
04	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	24980	450	152	152	0	3.23	<b>32.96</b>
05	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	21650	450	151	151	0	2.83	<b>28.85</b>
06	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	21970	450	151	151	0	2.90	<b>29.57</b>
07	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	28130	450	151	151	0	3.68	<b>37.49</b>
08	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	26290	450	151	151	0	3.47	<b>35.39</b>
09	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	25940	450	152	152	0	3.35	<b>34.12</b>
10	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	25820	450	151	152	0	3.33	<b>33.96</b>

D.Patrón 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 28. Determinación de la resistencia a la flexión Patrón + 0.05% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

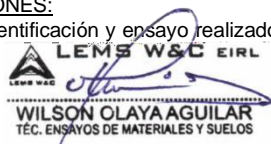
Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>r</sub>	M <sub>r</sub>
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	17620	530	150	150	150	2.75	28.03
02	Testigo 2 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	20120	530	151	152	152	3.05	31.07
03	Testigo 3 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	16910	530	150	152	151	2.60	26.54
04	Testigo 4 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	20120	530	151	152	152	3.07	31.27
05	Testigo 5 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	21350	530	150	151	151	3.34	34.07
06	Testigo 6 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	21280	530	151	152	152	3.22	32.86
07	Testigo 7 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	24320	530	152	150	151	3.72	37.92
08	Testigo 8 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	22850	530	153	152	153	3.46	35.28
09	Testigo 9 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	25310	530	153	151	152	3.85	39.21
10	Testigo 10 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	23140	530	151	152	152	3.57	36.44

M.P + 0.05% = Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 0.05% de óxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 29. Determinación de la resistencia a la flexión Patrón + 0.10% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>r</sub>	M <sub>r</sub>
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	18060	530	152	151		2.73	27.89
02	Testigo 2 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	19110	530	150	151		2.99	30.50
03	Testigo 3 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	20650	530	150	152		3.18	32.41
04	Testigo 4 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	21160	530	153	152		3.20	32.67
05	Testigo 5 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	21350	530	150	150		3.33	33.96
06	Testigo 6 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	22820	530	152	150		3.51	35.82
07	Testigo 7 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	24140	530	150	153		3.68	37.52
08	Testigo 8 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	27120	530	151	152		4.19	42.71
09	Testigo 9 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	24790	530	152	151		3.75	38.28
10	Testigo 10 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	24590	530	151	150		3.77	38.47

M.P + 0.10% = Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 0.10% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 30. Determinación de la resistencia a la flexión Patrón + 0.15% OG



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>r</sub>	M <sub>r</sub>
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	20210	530	152	151		3.06	31.20
02	Testigo 2 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	19560	530	152	153		2.94	30.00
03	Testigo 3 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	20280	530	151	151		3.12	31.83
04	Testigo 4 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	21350	530	152	152		3.24	33.07
05	Testigo 5 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	24510	530	150	151		3.79	38.60
06	Testigo 6 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	22540	530	152	152		3.42	34.92
07	Testigo 7 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	26450	530	150	152		4.10	41.80
08	Testigo 8 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	25310	530	153	152		3.88	39.60
09	Testigo 9 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	29520	530	152	152		4.48	45.73
10	Testigo 10 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	25360	530	153	151		3.90	39.81

M.P + 0.15% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.15% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 31. Determinación de la resistencia a la flexión Patrón + 0.20% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>r</sub>	M <sub>c</sub>
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	21290	530	152	152	0	3.28	33.42
02	Testigo 2 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	22490	530	153	151	0	3.42	34.84
03	Testigo 3 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	20110	530	151	153	0	3.06	31.15
04	Testigo 4 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	24560	530	151	152	0	3.79	38.68
05	Testigo 5 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	23580	530	151	151	0	3.63	37.01
06	Testigo 6 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	25620	530	152	151	0	3.98	40.62
07	Testigo 7 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	29250	530	152	153	0	4.31	43.99
08	Testigo 8 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	25290	530	149	150	0	3.98	40.63
09	Testigo 9 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	32150	530	150	150	0	5.02	51.14
10	Testigo 10 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	28310	530	152	151	0	4.37	44.59

M.P + 0.20% = Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 0.20% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 32. Determinación del módulo de elasticidad estático del concreto patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL  
CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a  
compresión. Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z (S_z)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	07/04/2023	7	213.24	85	14.60897	0.00038	217131.74052	218385.90
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	07/04/2023	7	219.16	88	14.74200	0.00037	219012.98230	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	07/04/2023	7	213.75	86	14.74200	0.00037	219012.98230	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	14/04/2023	14	254.03	102	15.46864	0.00041	239751.35163	237326.91
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	14/04/2023	14	246.09	98	14.96275	0.00041	232620.82222	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	14/04/2023	14	255.44	102	15.48725	0.00041	239608.55368	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	28/04/2023	28	295.61	118	16.25657	0.00045	257211.96121	256195
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	28/04/2023	28	289.96	116	15.94364	0.00044	256619.78549	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	28/04/2023	28	294.39	118	16.13534	0.00045	255334.27034	
PC - f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>	31/03/2023	28/04/2023	28	288.60	115	17.57369	0.00043	255615.67345	

D.Patrón 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 33. Determinación del módulo de elasticidad estático Patrón + 0.05% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión. Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	232.99	93	14.23476	0.00040	225904.35125	226744.66
Testigo 2 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	239.05	96	15.68471	0.00038	227164.81888	
Testigo 3 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	227.45	91	15.68471	0.00038	227164.81888	
Testigo 4 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	284.31	114	17.31288	0.00043	252978.02275	251833.20
Testigo 5 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	276.36	111	16.88392	0.00043	246666.35193	
Testigo 6 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	288.42	115	17.59345	0.00043	255855.21915	
Testigo 7 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	311.33	125	17.17582	0.00045	266119.26862	265662
Testigo 8 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	311.82	125	17.20504	0.00045	266535.69017	
Testigo 9 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	318.01	127	17.54601	0.00046	267419.72923	
Testigo 10 - M.P + 0.05% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	314.65	126	17.58847	0.00046	262573.43594	

M.P + 0.05% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.05% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 34. Determinación del módulo de elasticidad estático Patrón + 0.10% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL  
CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a  
compresión. Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	245.39	98	15.04265	0.00041	233062.93420	235574.17
Testigo 2 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	245.36	98	14.92348	0.00040	236829.79220	
Testigo 3 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	245.05	98	14.92348	0.00040	236829.79220	
Testigo 4 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	301.13	120	16.56011	0.00045	262014.78415	260081.77
Testigo 5 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	301.09	120	16.71991	0.00045	259002.81904	
Testigo 6 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	304.87	122	16.65418	0.00046	259227.70316	
Testigo 7 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	327.74	131	18.02218	0.00047	269233.77553	271254
Testigo 8 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	336.01	134	18.47818	0.00047	274878.70490	
Testigo 9 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	324.57	130	17.84830	0.00046	270919.68054	
Testigo 10 - M.P + 0.10% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	329.71	132	18.07181	0.00047	269983.91555	

M.P + 0.10% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.10% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 35. Determinación del módulo de elasticidad estático Patrón + 0.15% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión. Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	264.49	106	16.32058	0.00042	242573.49737	242654.51
Testigo 2 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	259.40	104	15.96008	0.00041	242695.00976	
Testigo 3 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	259.64	104	15.96008	0.00041	242695.00976	
Testigo 4 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	318.92	128	17.47963	0.00046	266484.67218	267050.45
Testigo 5 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	315.98	126	17.54855	0.00046	267401.79245	
Testigo 6 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	313.67	125	17.24751	0.00045	267264.87197	
Testigo 7 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	343.27	137	17.15926	0.00049	276163.30787	277014
Testigo 8 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	339.75	136	16.98363	0.00048	277582.46538	
Testigo 9 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	346.05	138	17.30071	0.00049	277279.94736	
Testigo 10 - M.P + 0.15% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	345.46	138	17.21133	0.00049	277028.88550	

M.P + 0.15% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.15% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 36. Determinación del módulo de elasticidad estático Patrón + 0.20% OG



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycer@gmail.com

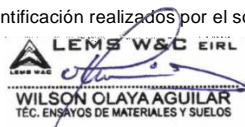
Solicitud de Ensayo : **CS013-2023LEMS W&C**  
Solicitante : ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON  
RAMOS SUXE, WAGNER  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL ÓXIDO DEL GRAFENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Viernes, 31 de marzo del 2023  
Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión. Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	274.52	110	16.94088	0.00043	247342.39056	246615.15
Testigo 2 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	275.02	110	16.86066	0.00043	246251.53082	
Testigo 3 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	07/04/2023	7	274.34	110	16.86066	0.00043	246251.53082	
Testigo 4 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	325.27	130	17.82693	0.00046	271797.19520	271123.70
Testigo 5 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	331.15	132	18.39107	0.00047	273483.17605	
Testigo 6 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	14/04/2023	14	326.36	131	17.94825	0.00047	268090.72567	
Testigo 7 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	354.63	142	17.84607	0.00049	281690.17482	281769
Testigo 8 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	349.06	140	17.56512	0.00048	281490.20409	
Testigo 9 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	350.17	140	17.62203	0.00048	282383.73355	
Testigo 10 - M.P + 0.20% O.G	31/03/2023	28/04/2023	28	355.65	142	17.83146	0.00049	281512.44993	

M.P + 0.20% = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 0.20% de oxido de grafeno

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



### Anexo 37. Análisis estadístico inferencial de ensayo a compresión

Diseño completamente aleatorizado Resistencia a la compresión a los 28 días de curado

Supuestos que deben de cumplir:

Anexo 38. Prueba de normalidad de ensayo a compresión a los 28 días.

Hipótesis estadísticas

HO: los datos tienen una distribución normal

H1: los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia  $A=0.05$

Región crítica

Valor de Sig.  $\leq 0.05$  Rechaza la HO

Valor de Sig.  $> 0.05$  No rechaza la HO

Resistencia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,170	15	,200*	,917	15	,175
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

### Anexo 39. Prueba Homogeneidad de varianza en la compresión a los 28 días.

Hipótesis estadísticas

HO: los datos tienen una distribución normal

H1: los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia  $A=0.05$

Región crítica

Valor de Sig.  $\leq 0.05$  Rechaza la HO

Valor de Sig.  $> 0.05$  No rechaza la HO

Variable: Resistencia		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	2,268	4	15	,110
	Se basa en la mediana	2,128	4	15	,128
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,128	4	6,341	,190
	Se basa en la media recortada	2,266	4	15	,110

#### Anexo 40. Prueba ANOVA de ensayo a compresión a los 28 días

Variable dependiente: Resistencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9261,436a	4	2,315,359	81,614	,000
Intersección	2,129,512,113	1	2,129,512,113	75,062,782	,000
Porcentaje de adición	9,261,436	4	2,315,359	81,614	,000
Error	425,546	15	28,370		
Total	2,139,199,095	20			
Total, corregido	9,686,982	19			

a. R al cuadrado = ,956 (R al cuadrado ajustada = ,944)

#### Anexo 41. Prueba de Tukey de ensayo compresión a los 28 días

(I) Porcentaje de adición	(J) Porcentaje de adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.0%	0.05%	-21,8825*	3,76628	,000	-33,5125	-10,2525
	0.10%	-37,4425*	3,76628	,000	-49,0725	-25,8125
	0.15%	-51,5675*	3,76628	,000	-63,1975	-39,9375
	0.20%	-60,3125*	3,76628	,000	-71,9425	-48,6825
0.05%	0.0%	21,8825*	3,76628	,000	10,2525	33,5125
	0.10%	-15,5600*	3,76628	,007	-27,1900	-3,9300
	0.15%	-29,6850*	3,76628	,000	-41,3150	-18,0550
	0.20%	-38,4300*	3,76628	,000	-50,0600	-26,8000
0.10%	0.0%	37,4425*	3,76628	,000	25,8125	49,0725

	0.05%	15,5600*	3,76628	,007	3,9300	27,1900
	0.15%	-14,1250*	3,76628	,014	-25,7550	-2,4950
	0.20%	-22,8700*	3,76628	,000	-34,5000	-11,2400
0.15%	0.0%	51,5675*	3,76628	,000	39,9375	63,1975
	0.05%	29,6850*	3,76628	,000	18,0550	41,3150
	0.10%	14,1250*	3,76628	,014	2,4950	25,7550
	0.20%	-8,7450	3,76628	,192	-20,3750	2,8850
0.20%	0.0%	60,3125*	3,76628	,000	48,6825	71,9425
	0.05%	38,4300*	3,76628	,000	26,8000	50,0600
	0.10%	22,8700*	3,76628	,000	11,2400	34,5000
	0.15%	8,7450	3,76628	,192	-2,8850	20,3750

Diseño completamente aleatorizado a resistencia a la tracción los 28 días de curado

#### Anexo 42. Pruebas de normalidad de ensayo a tracción a los 28 días

Resistencia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,139	20	,200*	,955	20	,453

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Anexo 43. Prueba de homogeneidad de varianza en la tracción a los 28 días

Variable: Resistencia		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	,546	4	15	,705
	Se basa en la mediana	,207	4	15	,931
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,207	4	7,775	,927
	Se basa en la media recortada	,458	4	15	,765



Anexo 44. Prueba ANOVA de ensayo a tracción a los 28 días

Variable dependiente: Resistencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	195,611a	4	48,903	8,311	,001
Intersección	16,086,926	1	16,086,926	2,734,035	,000
Porcentaje de adición	195,611	4	48,903	8,311	,001
Error	88,259	15	5,884		
Total	16,370,797	20			
Total, corregido	283,870	19			

a. R al cuadrado = ,689 (R al cuadrado ajustada = ,606)

Anexo 45. Prueba de Tukey de ensayo a tracción a los 28 días

(I) Porcentaje de adición	(J) Porcentaje de adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.05%	0.10%	-12,425	171,522	,947	-65,390	40,540
	0.15%	-34,175	171,522	,316	-87,140	18,790
	0.20%	-6,7800*	171,522	,010	-120,765	-14,835
	0%	24,350	171,522	,625	-28,615	77,315
0.10%	0.05%	12,425	171,522	,947	-40,540	65,390
	0.15%	-21,750	171,522	,714	-74,715	31,215
	0.20%	-5,5375*	171,522	,038	-108,340	-,2410
	0%	36,775	171,522	,253	-16,190	89,740
0.15%	0.05%	34,175	171,522	,316	-18,790	87,140
	0.10%	21,750	171,522	,714	-31,215	74,715
	0.20%	-33,625	171,522	,330	-86,590	19,340
	0%	5,8525*	171,522	,027	,5560	111,490
0.20%	0.05%	6,7800*	171,522	,010	14,835	120,765
	0.10%	5,5375*	171,522	,038	,2410	108,340
	0.15%	33,625	171,522	,330	-19,340	86,590
	0%	9,2150*	171,522	,001	39,185	145,115
0%	0.05%	-24,350	171,522	,625	-77,315	28,615
	0.10%	-36,775	171,522	,253	-89,740	16,190
	0.15%	-5,8525*	171,522	,027	-111,490	-,5560
	0.20%	-9,2150*	171,522	,001	-145,115	-39,185

**Anexo 46. Pruebas de normalidad de ensayo modulo elástico a los 28 días**

**Hipótesis estadísticas**

HO: los datos tienen una distribución normal

H1: los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia A=0.05

**Región critica**

Valor de Sig. <= 0.05 Rechaza la HO

Valor de Sig. > 0.05 No rechaza la HO

Pruebas de normalidad						
RESISTENCIA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	,138	20	,200*	,929	20	,150
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**Anexo 47. Prueba de homogeneidad de varianza en el módulo elástico a los 28 días**

**Hipótesis estadísticas**

HO: los datos tienen una distribución normal

H1: los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia A=0.05

**Región critica**

Valor de Sig. <= 0.05 Rechaza la HO

Valor de Sig. > 0.05 No rechaza la HO

Variable:	Resistencia	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	2,561	4	15	,081
	Se basa en la mediana	,623	4	15	,653
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,623	4	7,751	,660
	Se basa en la media recortada	2,093	4	15	,132

### Anexo 48. Prueba ANOVA de ensayo modulo elástico a los 28 días

Hipótesis estadísticas

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H1: Existe por lo menos una media diferente.

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Región crítica

Valor de Sig.  $\leq 0.05$  Rechaza la  $H_0$

Valor de Sig.  $> 0.05$  No rechaza la  $H_0$

Variable dependiente: Resistencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,246a	4	4,061	103,214	,000
Intersección	14,053,481	1	14,053,481	357,140,566	,000
Porcentaje de adición	16,246	4	4,061	103,214	,000
Error	,590	15	,039		
Total	14,070,317	20			
Total, corregido	16,836	19			

a. R al cuadrado = ,965 (R al cuadrado ajustada = ,956)

### Anexo 49. Prueba de Tukey de ensayo modulo elástico a los 28 días

(I) Porcentaje de adición	(J) Porcentaje de adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.00%	0.05%	-1,0125*	,14027	,000	-1,4456	-,5794
	0.10%	-1,5625*	,14027	,000	-1,9956	-1,1294
	0.15%	-2,1250*	,14027	,000	-2,5581	-1,6919
	0.20%	-2,5900*	,14027	,000	-3,0231	-2,1569
0.05%	0.00%	1,0125*	,14027	,000	,5794	1,4456
	0.10%	-,5500*	,14027	,010	-,9831	-,1169
	0.15%	-1,1125*	,14027	,000	-1,5456	-,6794
	0.20%	-1,5775*	,14027	,000	-2,0106	-1,1444
0.10%	0.00%	1,5625*	,14027	,000	1,1294	1,9956

	0.05%	,5500 <sup>*</sup>	,14027	,010	,1169	,9831
	0.15%	-,5625 <sup>*</sup>	,14027	,009	-,9956	-,1294
	0.20%	-1,0275 <sup>*</sup>	,14027	,000	-1,4606	-,5944
0.15%	0.00%	2,1250 <sup>*</sup>	,14027	,000	1,6919	2,5581
	0.05%	1,1125 <sup>*</sup>	,14027	,000	,6794	1,5456
	0.10%	,5625 <sup>*</sup>	,14027	,009	,1294	,9956
	0.20%	-,4650 <sup>*</sup>	,14027	,033	-,8981	-,0319
0.20%	0.00%	2,5900 <sup>*</sup>	,14027	,000	2,1569	3,0231
	0.05%	1,5775 <sup>*</sup>	,14027	,000	1,1444	2,0106
	0.10%	1,0275 <sup>*</sup>	,14027	,000	,5944	1,4606
	0.15%	,4650 <sup>*</sup>	,14027	,033	,0319	,8981

#### Anexo 50. Pruebas de normalidad de ensayo a flexión a los 28 días

Pruebas de normalidad						
RESISTENCIA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		,182	20	,081	,934	20

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Anexo 51. Pruebas de homogeneidad de varianza en la flexión a los 28 días

Prueba de homogeneidad de varianza					
Variable: Resistencia		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA	Se basa en la media	,923	4	15	,476
	Se basa en la mediana	,811	4	15	,537
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,811	4	11,685	,542
	Se basa en la media recortada	,911	4	15	,483

#### Anexo 52. Prueba ANOVA de ensayo a flexión a los 28 días

Variable dependiente: Resistencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	193,525a	4	48,381	3,148	,046
Intersección	42,051,786	1	42,051,786	2,736,298	,000
PORCENTAJE_DE_ADICION	193,525	4	48,381	3,148	,046
Error	230,522	15	15,368		
Total	42,475,833	20			
Total, corregido	424,047	19			

a. R al cuadrado = ,456 (R al cuadrado ajustada = ,311)

Anexo 53. Prueba de Tukey de ensayo a flexión a los 28 días

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: RESISTENCIA						
HSD Tukey						
(I) PORCENTAJE_DE_ADICION	(J) PORCENTAJE_DE_ADICION	Diferencia de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Limite inferior	Limite superior
0.05%	0.10%	-18,175	263,242	,956	-99,462	63,112
	0.15%	-41,125	263,242	,541	-	122,412
	0.20%	-72,800	263,242	,090	-	154,087
	0%	18,400	263,242	,954	-62,887	99,687
0.10%	0.05%	18,175	263,242	,956	-63,112	99,462
	0.15%	-22,950	263,242	,903	-	104,237
	0.20%	-54,625	263,242	,280	-	135,912
	0%	36,575	263,242	,643	-44,712	117,862
0.15%	0.05%	41,125	263,242	,541	-40,162	122,412
	0.10%	22,950	263,242	,903	-58,337	104,237
	0.20%	-31,675	263,242	,750	-	112,962
	0%	59,525	263,242	,211	-21,762	140,812
0.20%	0.05%	72,800	263,242	,090	-,8487	154,087
	0.10%	54,625	263,242	,280	-26,662	135,912
	0.15%	31,675	263,242	,750	-49,612	112,962
	0%	9,1200*	263,242	,025	,9913	172,487
0%	0.05%	-18,400	263,242	,954	-99,687	62,887
	0.10%	-36,575	263,242	,643	-	117,862
	0.15%	-59,525	263,242	,211	-	140,812
	0.20%	-9,1200*	263,242	,025	-	172,487

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 13,859.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

## Anexo 54. Panel fotográfico

Una vez determinada el diseño de mezcla se procedió a la elaboración de las distintas muestras tanto para patrón como dosificaciones de OG en 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%. Para ello se procedió a pesar los materiales según las dosificaciones del diseño del concreto patrón teniendo en las indicaciones de las normas NTP y ASTM, las probetas cilíndricas fueron de **15 cm** de diámetro por 30 cm de altura, las vigas de **30 cm** de ancho por **53 cm** de largo y **30 cm** de espesor, el procedimiento se describe en la siguientes imágenes.



**Foto N°1**  
Pesado de agregados



**Foto N°2**  
Pesado de OG



**Foto N°3**  
Mesclado de agregados



**Foto N°4**  
Vaciado en probetas y chuceado









**Foto N°11**

Resistencia a la compresión 28 días



**Foto N°12**

Módulo elástico 7 días



**Foto N°13**

Módulo elástico 14 días



**Foto N°14**

Módulo elástico 28 días



**Foto N°15**

Resistencia a la tracción 7 días



**Foto N°16**

Resistencia a la tracción 14 días



**Foto N°17**

Resistencia a la tracción 28 días



**Foto N°18**

Resistencia a la flexión 7 días





**Foto N°19**

Resistencia a la flexión 14 días



**Foto N°20**

Resistencia a la flexión 28 días

Ensayos físicos y mecánicos muestra 0.05% OG



**Foto N°21**

Asentamiento



**Foto N°22**

contenido de aire



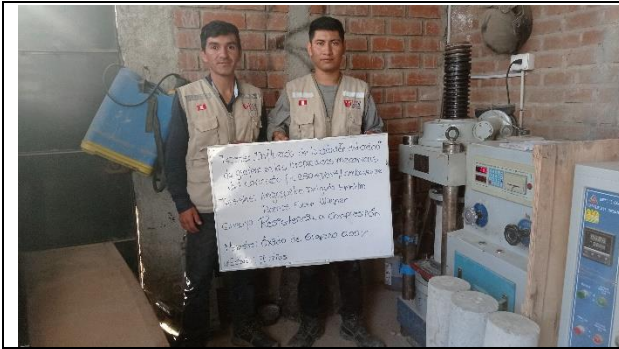
**Foto N°23**

Peso Unitario



**Foto N°24**

Temperatura



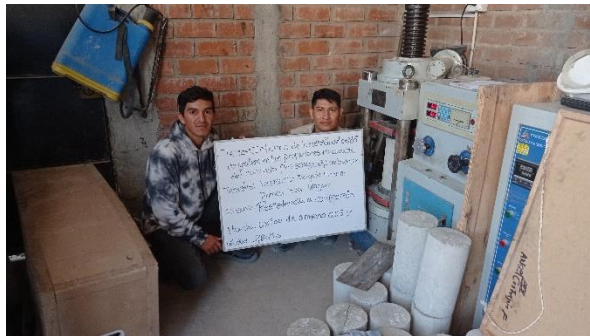
**Foto N°25**

Resistencia a la compresión 7 días



**Foto N°26**

Resistencia a la compresión 14 días



**Foto N°27**

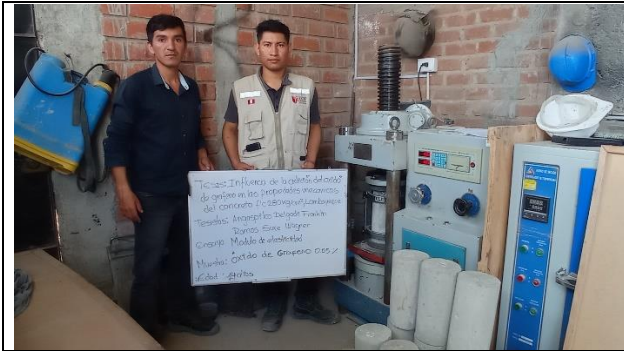
Resistencia a la compresión 28 días



**Foto N°28**

Modulo elástico 7 días





**Foto N°29**

Modulo elástico 14 días



**Foto N°30**

Modulo elástico 28 días



**Foto N°31**

Resistencia a la tracción 7 días



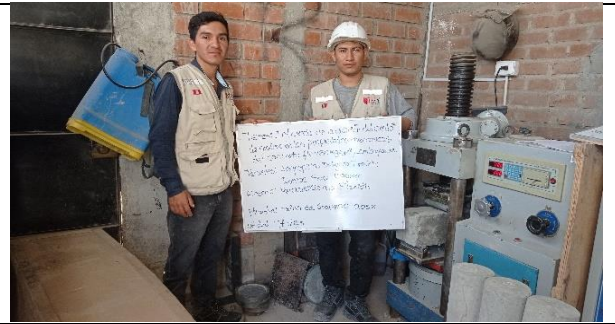
**Foto N°32**

Resistencia a la tracción 14 días



**Foto N°33**

Resistencia a la tracción 28 días



**Foto N°34**

Resistencia a la flexión 7 días



**Foto N°35**

Resistencia a la flexión 14 días



**Foto N°36**

Resistencia a la flexión 28 días



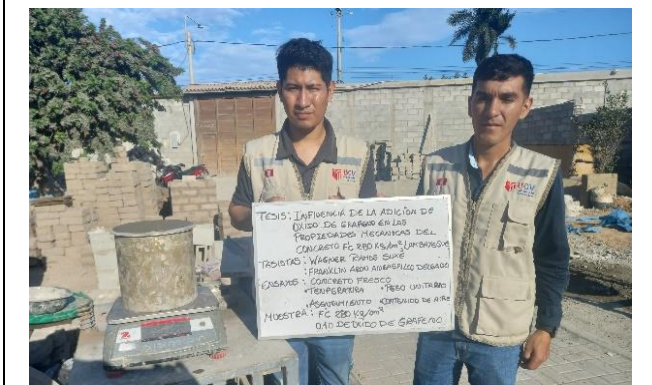
Ensayos físicos y mecánicos muestra 0.10% OG



**Foto N°37**  
Asentamiento



**Foto N°38**  
contenido de aire



**Foto N°39**  
Peso Unitario



**Foto N°40**  
Temperatura



**Foto N°41**  
Resistencia a la compresión 7 días



**Foto N°42**  
Resistencia a la compresión 14 días





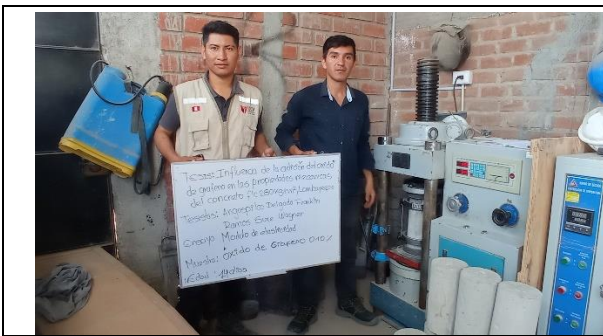
**Foto N°43**

Resistencia a la compresión 28 días



**Foto N°44**

Modulo elástico 7 días



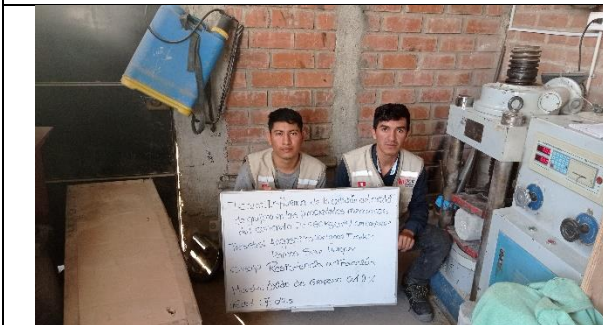
**Foto N°45**

Modulo elástico 14 días



**Foto N°46**

Modulo elástico 28 días



**Foto N°47**

Resistencia a la tracción 7 días



**Foto N°48**

Resistencia a la tracción 14 días



**Foto N°49**

Resistencia a la tracción 28 días



**Foto N°50**

Resistencia a la flexión 7 días





**Foto N°51**

Resistencia a la flexión 14 días



**Foto N°52**

Resistencia a la flexión 28 días

Ensayos físicos y mecánicos muestra 0.15% OG



**Foto N°53**

Asentamiento



**Foto N°54**

contenido de aire



**Foto N°55**

Peso Unitario



**Foto N°56**

Temperatura



**Foto N°57**

Resistencia a la compresión 7 días



**Foto N°58**

Resistencia a la compresión 14 días





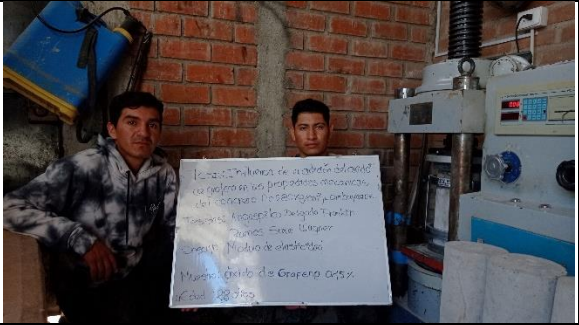
**Foto N°59**  
Resistencia a la compresión 28 días



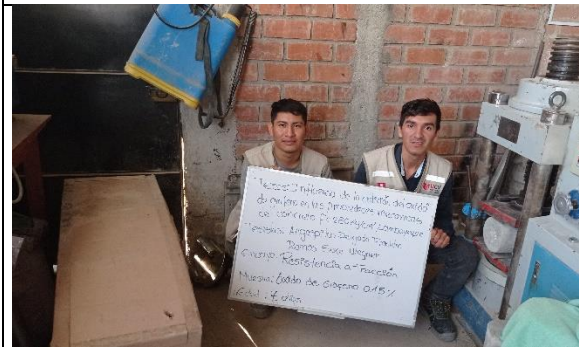
**Foto N°60**  
Modulo elástico 7 días



**Foto N°61**  
Modulo elástico 14 días



**Foto N°62**  
Modulo elástico 28 días



**Foto N°63**  
Resistencia a la tracción 7 días



**Foto N°64**  
Resistencia a la tracción 14 días

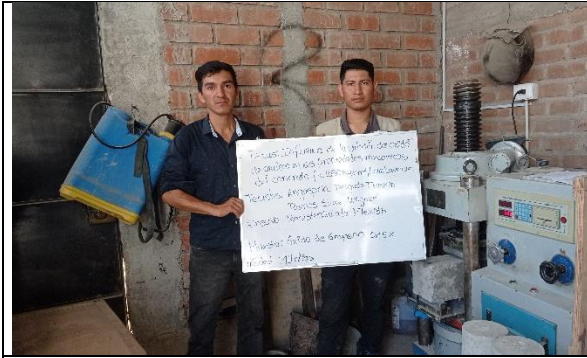


**Foto N°65**  
Resistencia a la tracción 28 días



**Foto N°66**  
Resistencia a la flexión 7 días





**Foto N°67**

Resistencia a la flexión 14 días



**Foto N°68**

Resistencia a la flexión 28 días

Ensayos físicos y mecánicos muestra 0.20% OG



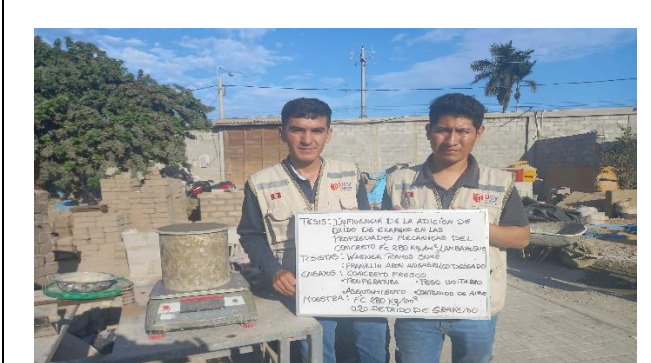
**Foto N°69**

Asentamiento



**Foto N°70**

contenido de aire



**Foto N°71**

Peso Unitario



**Foto N°72**

Temperatura





**Foto N°73**

Resistencia a la compresión 7 días



**Foto N°75**

Resistencia a la compresión 28 días



**Foto N°77**

Modulo elástico 14 días



**Foto N°79**

Resistencia a la tracción 7 días



**Foto N°74**

Resistencia a la compresión 14 días



**Foto N°76**

Modulo elástico 7 días



**Foto N°78**

Modulo elástico 28 días



**Foto N°80**

Resistencia a la tracción 14 días



<p align="center"><b>Foto N°81</b></p>	<p align="center"><b>Foto N°82</b></p>
<p align="center">Resistencia a la tracción 28 días</p>	<p align="center">Resistencia a la flexión 7 días</p>
 <p>The image shows two men standing in a laboratory with brick walls. They are holding a white sign with handwritten text. To their right is a piece of testing equipment. A blue bag is hanging on the wall behind them.</p>	 <p>The image shows two men in a laboratory setting. They are holding a white sign with handwritten text. The background includes testing equipment and several white cylindrical samples on the floor.</p>
<p align="center"><b>Foto N°83</b></p>	<p align="center"><b>Foto N°84</b></p>
<p align="center">Resistencia a la flexión 14 días</p>	<p align="center">Resistencia a la flexión 28 días</p>

**Foto N°81**

Resistencia a la tracción 28 días



**Foto N°83**

Resistencia a la flexión 14 días

**Foto N°82**

Resistencia a la flexión 7 días



**Foto N°84**

Resistencia a la flexión 28 días



## Anexo 55. Norma ASTM C-131 - Abrasión de los ángeles.

### Designación: ASTM C 131

#### Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>1</sup>

Esta norma ha sido editada con la designación C 131; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice ( $\epsilon$ ) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

### 1. Alcances<sup>\*</sup>

1.1 Este método de ensayo describe un procedimiento para ensayar tamaños de áridos gruesos menores a los 37,5 mm (1 1/2 pulg) para la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de ensayo Los Angeles.

Nota 1 - Un procedimiento para ensayar los áridos gruesos mayores de 19,0 mm (3/4 pulg) se encuentra en el Método de Ensayo C 535.

1.2 Los valores establecidos en unidades del SI constituyen la norma. Los valores entre paréntesis son informativos.

1.3 *Esta norma no se refiere a todas las medidas de seguridad si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.*

### 2. Documentos de referencia

2.1 Normas ASTM:

C 125 Terminología relacionada con el hormigón y áridos para el hormigón.<sup>2</sup>

C 136 Método de ensayo para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos.<sup>2</sup>

C 535 Método de Ensayo para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de gran tamaño por abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>2</sup>

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.<sup>2</sup>

C 702 Práctica para reducir las muestras de áridos al tamaño para los ensayos.<sup>2</sup>

D 75 Práctica para el muestreo de los áridos.<sup>3</sup>

E 11 Especificaciones para los tamices de malla para fines de ensayo.<sup>4</sup>

### 3. Terminología

3.1 *Definiciones* - Las definiciones de los términos usados en este método de ensayo se encuentran en Terminología C 125.

### 4. Resumen del método de ensayo

4.1 Este método de ensayo es una medida de la degradación de los áridos minerales de granulometría estándar. Estos resultados provienen de una combinación de acciones como abrasión o

desgaste, impacto y trituración, efectuadas en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero. El número de esferas depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que el tambor gira, una placa recoge la muestra y las esferas de acero, las traslada hasta el lado opuesto del tambor donde las deja caer, creando un efecto de impacto y trituración. Luego el contenido gira dentro del tambor con una acción abrasiva y trituradora hasta que la placa toma la muestra y las esferas de acero y el ciclo se repite. Después de un determinado número de revoluciones, el contenido es retirado del tambor y la porción de áridos es tamizada para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

### 5. Significado y uso

5.1 Este método de ensayo ha sido ampliamente empleado como indicador de la calidad relativa de diversas fuentes de áridos que poseen una composición mineral similar. Los resultados no permiten hacer automáticamente comparaciones válidas entre fuentes distintas en su origen, composición o estructura. Se deben asignar los límites de las especificaciones basadas en este ensayo con extremo cuidado considerando los tipos de áridos disponibles y su comportamiento histórico en usos específicos.

**\* Al final de la norma aparece un resumen de los cambios efectuados**

<sup>1</sup> Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C09 de la ASTM sobre Hormigón y Áridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre Áridos de peso normal.

La presente edición fue aprobada con fecha 10 de agosto de 2001. Publicada en octubre de 2001. Originalmente publicada como C 131 - 37T. La edición anterior es C 131 - 96.

<sup>2</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 04.02.

<sup>3</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 04.03.

<sup>4</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 14.02.

Anexo 56. Norma técnica peruana 400.012 - Granulometría.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.012  
2021**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

## **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo**

**AGGREGATES. Sieve analysis of fine and coarse aggregate. Test method**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 136/C136M:2019 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

**2021-10-29**

**4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

© ASTM 2019 - © INACAL 2021

Anexo 57. Norma técnica peruana 400.017 - Peso Unitario de los agregados.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.017  
2020**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

## **AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados**

**AGGREGATES. Test method for bulk density (“Unit Weight”) and voids in aggregate standard test method for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C29/C29M-17a, Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-01-29  
4ª Edición**

R.D. N° 001-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-02-18

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 19.060

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

© ASTM 2017 - © INACAL 2020

Anexo 58.NTP 400.021 - Peso Específico y Absorción del agregado grueso.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.021  
2020**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

## **AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo**

**AGGREGATES. Relative density (specific weight) and absorption of coarse aggregate. Test method**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C127:2015 Standard test method for density, relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. - Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-11-05**

**4ª Edición**

R.D. N° 030-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-11-26

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, agregado fino, densidad relativa, gravedad específica

© ASTM 2015 - © INACAL 2020



Anexo 59.NTP 400.022 - Peso Específico y Absorción del agregado fino.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.022  
2021**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

**AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo**

**AGGREGATES. Determination of relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. Test method**

**2021-10-29  
4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

© INACAL 2021

Anexo 60.NTP 339.035 - Asentamiento.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.035  
2022**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 15046)

Lima, Perú

---

## **CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo**

CONCRETE. Measure slump of hydraulic - cement concrete. Test method

**2022-03-15  
5ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

© INACAL 2022

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.046  
2019**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto**

CONCRETE Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete

**2019-11-18  
3ª Edición**

R.D. N° 025-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-12-06

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Contenido de aire, contenido de cemento, rendimiento relativo, peso unitario, rendimiento

Anexo 62.NTP 339.080 - Contenido de Aire.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.080  
2017**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

**CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del  
contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión**

CONCRETE. Standard test method for determining air content of freshly mixed concrete by the pressure method

**2017-12-27  
3ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 31 páginas

IC.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Contenido de aire; calibración; concreto; factor de corrección; recipiente de medida; presión; bomba; peso unitario

© INACAL 2017

Anexo 63.NTP 339.184 - Temperatura.

---

**NORMA TECNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.184  
2021**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Determinación de la temperatura del  
concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método  
de ensayo**

CONCRETE. Determination of the temperature of freshly mixed hydraulic cement concrete. Test method

**2021-10-29**

**3ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 08 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Mezcla de concreto fresco, temperatura, equipo medidor de temperatura

Anexo 64.NTP 339.034 - Resistencia a la compresión.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.034  
2021**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo**

CONCRETE. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**2021-10-29  
5ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 25 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Núcleo de concreto, cilindro de concreto, resistencia del concreto, fuerza de compresión, centro, núcleo perforado



Anexo 65.NTP 339.034 - Resistencia a la Tracción Indirecta.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.084  
2022**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 15046)

Lima, Perú

---

**CONCRETO.** Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

CONCRETE. Standardized test method for the determination of the indirect tensile strength of concrete, by diametral compression of a cylindrical specimen

**2022-12-29  
4ª Edición**

R.D. N° 022-2022-INACAL/DN. Publicada el 2023-01-12

Precio basado en 12 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Concreto, resistencia a la tracción, compresión diametral, probeta cilíndrica, ensayo

Anexo 66.NTP 339.078 - Resistencia a la flexión.

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.078  
2022**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 15046)

Lima, Perú

---

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo**

CONCRETE. Determination of flexural strength for concrete using simple beam with third-point loading. Test method

**2022-03-15  
4ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Concreto, vigas, resistencia a la flexión

© INACAL 2021

## Anexo 67.ASTM 469 Modulo Elástico.



### Método de Ensayo Estándar para determinar El Módulo de elasticidad Estático y Relación de Poisson del concreto a compresión<sup>1</sup>

Esta norma es usada de acuerdo a la designación C 469; el número que inmediatamente le sigue a la designación indica el año original de adopción, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última re aprobación. Una suscripción épala (s) indica un cambio de editorial desde la última revisión o re aprobación.

#### 1. Alcance

1.1 Este método cubre la determinación de (1) el módulo de elasticidad cuerda ó (Módulo de Young), y la relación de Poisson en cilindros de concreto y núcleos de concreto bajo esfuerzos de compresión longitudinal.

1.2 Los valores indicados en pulgadas-libras se toman como estándar.

1.3 Esta norma no pretende tratar todos los asuntos de seguridad, relacionados con su uso. Es responsabilidad del que use esta norma establecer las medidas de seguridad y salubridad apropiadas, y determinar la aplicabilidad de restricciones reglamentarias locales, antes de usarla.

#### 2. Documentos de Referencia

##### 2.1 Estándares ASTM:<sup>2</sup>

C 31/C 31M Práctica Estándar para la Fabricación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

C 39C 39M Método de Ensayo para la Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto.

C 42C 42M Método de Ensayo para la Obtención y Ensayo de Núcleos Perforados y Vigas Aserradas de Concreto.

C 174/C 174M Método de Ensayo para la Medición del Espesor de Elementos de Concreto, usando Núcleos Perforados de Concreto.

C192C 192M Práctica para la Fabricación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en el Laboratorio.

C617 Práctica para el Cabecó de Especímenes Cilíndricos de Concreto.

E 4 Práctica para la Verificación de Fuerzas en las Máquinas de Ensayo.

E 6 Terminología Relativa a los Métodos de Ensayos Mecánicos.

E 83 Práctica para la Verificación y Clasificación del Sistema de Extensómetros.

E 177 Práctica para el uso de los Términos de Precisión y Sesgo en los métodos de ensayo ASTM.

##### 2.2 Adjuntos de ASTM

Compresómetros (dos dibujos) y Extensómetros (dos dibujos)<sup>3</sup>

#### 3. Significado y Uso

3.1 Este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas.

3.2 El módulo de elasticidad y la relación de Poisson, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la carga última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias observadas.

3.3 Los valores de módulo de elasticidad obtenidos usualmente serán menores a los módulos obtenidos bajo una aplicación rápida de carga (por ejemplo a velocidades dinámicas o sísmicas) y serán más grandes que los valores bajo aplicación lenta de carga o una carga de mayor duración.

#### 4. Aparatos

4.1 *Máquina de ensayo*- Use una máquina de ensayo capaz de aplicar una carga a la velocidad y a la magnitud prescritas en 6.4. La máquina de ensayo debe adecuarse a los requisitos de las Prácticas E 4 (sección de máquinas de ensayo tipo CRT de velocidad constante). El cabezal esférico y los bloques de apoyo deben cumplir con la sección de Aparatos del método de ensayo C39/C 39M.

4.2 *Compresómetro*- Para determinar el módulo de elasticidad use un dispositivo sensor adherido o no adherido que mida con una aproximación de 5 millonésimas, la deformación promedio en dos líneas de base diametralmente opuestas, cada una paralela al eje axial y centrada cerca de la mitad de la altura del espécimen.

<sup>1</sup> Este método de ensayo está bajo la jurisdicción de ASTM comité C09 Concretos y agregados para concreto. Es responsabilidad directa del subcomité C09.01 métodos para ensayo de concreto frescos.

<sup>2</sup> Edición vigente aprobada el 10 de Agosto de 2002 y publicada en octubre de 2002. Originalmente aprobada en 1961. La última edición previa en 1994 - 94.

<sup>3</sup> pueden obtenerse con ASTM Internacional. Ordene Adjunto No. AD30469.

Anexo 68.Certificado de calibración Balanza 2000 g.



# PERUTEST S.A.C.

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

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LM - 0111 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	2000 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	AMPUT	
Modelo	457	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	0.2 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2023-03-02	 JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	





# PERUTEST S.A.C.

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

### 10. Observaciones

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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1
	Diferencia Máxima 8			Diferencia Máxima 8		
	Error Máximo Permissible 200			Error Máximo Permissible 300		

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
						Error máximo permisible			200

\* Valor entre 0 y 10g

- ☎ 913 028 621 / 913 028 622
- ☎ 913 028 623 / 913 028 624
- 🌐 www.perutest.com.pe

- 📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
- ✉ ventas@perutest.com.pe
- 🏢 PERUTEST SAC





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



Anexo 69. Certificado de calibración Balanza 30 Kg.

 <b>PERUTEST S.A.C.</b>		VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721	
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Masas</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LM - 0110 - 2023</b>	
		Página 1 de 4	
1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
División de escala (d)	1 g		
Div. de verificación (e)	1 g		
Clase de exactitud	III		
Marca	OHAUS		
Modelo	R31P30		
Número de Serie	8336460679		
Capacidad mínima	20 g		
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	NO INDICA		
5. Fecha de Calibración	2023-03-01		
Fecha de Emisión	2023-03-02	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
		 JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	
913 028 621 / 913 028 622 913 028 623 / 913 028 624 www.perutest.com.pe		Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima ventas@perutest.com.pe PERUTEST SAC	





# PERUTEST S.A.C.

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO D167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOMIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	600	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
Diferencia Máxima		1,600		Diferencia Máxima		1,600
Error Máximo Permisible		$\pm 3,000$		Error Máximo Permisible		$\pm 3,000$

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	6
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\* Valor entre 0 y 10g



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	-100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 70. Certificado de calibración Balanza 200 Kg.

 <b>PERUTEST S.A.C.</b>		<b>VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO</b> SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721	
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Masas</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LM - 0112 - 2023</b>	
		Página 1 de 4	
1. Expediente	1912-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>	
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.		
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0187 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA		
Capacidad Máxima	200 kg		
División de escala (d)	0.05 kg		
Div. de verificación (e)	0.05 kg		
Clase de exactitud	III		
Marca	OPALUX		
Modelo	N.I		
Número de Serie	N.I		
Capacidad mínima	1.0 kg		
Procedencia	CHINA		
Identificación	LM-0112		
5. Fecha de Calibración	2023-03-01		
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello	
2023-03-02			
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA			
 913 028 621 / 913 028 622		 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima	
 913 028 623 / 913 028 624		 ventas@perufest.com.pe	
 www.perufest.com.pe		 PERUTEST SAC	





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perufest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg		
	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	100.00	20	5	200.05	30	45
2	100.05	10	65	200.05	35	40
3	100.05	10	65	200.05	30	45
4	100.00	20	5	200.05	20	55
5	100.00	25	0	200.00	15	10
6	100.05	15	80	200.00	20	5
7	100.05	20	55	200.05	30	45
8	100.00	15	10	200.05	35	40
9	100.00	30	-5	200.05	35	40
10	100.00	30	-5	200.05	35	40
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		50
	Error Máximo Permisible		150.0	Error Máximo Permisible		150.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.1	21.2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	Carga Mínima*	l (kg)	$\Delta L$ (g)	$E_0$ (g)	Carga L (kg)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-5	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3		0.50	25	0		70.00	30	-5	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10
5		0.50	25	0		70.00	25	0	0
		Error máximo permisible							100.0

\* Valor entre 0 y 10e







# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

Carga L ( kg )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± g )
	l (kg)	ΔL ( g )	E ( g )	Ec ( g )	l (kg)	ΔL ( g )	E ( g )	Ec ( g )	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.00	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.00	40	35	30	150
160.00	160.00	40	35	30	160.00	35	40	35	150
200.00	200.00	35	40	35	200.00	35	40	35	150

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ ( 0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2 )}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

# Anexo 71.Comparador de cuadrante (D I A L)

 <b>PERUTEST S.A.C.</b>		<b>VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO</b> SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS -ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 206021827 21	
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Longitud</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LL - 015 - 2023</b>	
		Página 1 de 3	
<b>1. Expediente</b>	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>2. Solidante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C.E.I.R.L.- LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
<b>3. Dirección</b>	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO-CHICLAYO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 12.70 mm	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.001 mm		
<b>Marca</b>	SHAHE		
<b>Modelo</b>	NO INDICA		
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA		
<b>Procedencia</b>	NO INDICA		
<b>Identificación</b>	NO INDICA		
<b>Tipo de indicación</b>	DIGITAL		
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-03-31		
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>  JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	<b>Sello</b>  	
2023-03-31			
 913 028 621/ 913 028 622	 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima		
 913 028 623 / 913 028 624	 ventas@perutest.com.pe		
 www.perutest.com.pe	 PERUTEST SAC		





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI, Segunda Edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones de laboratorio de longitud de PERUTEST S.A.C.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8°C	21.8°C
Humedad Relativa	66 %	66 %

### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL	RETCULA DE MEDICION	LLA-029-2023
ELICROM	TERMOMIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.
- El instrumento se utiliza en el equipo COMPRESOMETRO-EXTENSOMETRO



☎ 913 028 621/ 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

#### ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu$ m)
1.00	1.001	-0.001
2.00	2.009	-0.009
3.00	3.001	-0.001
4.00	4.008	-0.008
5.00	5.008	-0.008
6.00	6.007	-0.007
7.00	7.004	-0.004
8.00	8.003	-0.003
9.00	9.005	-0.005
10.00	10.010	-0.010

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 2 \mu$ m para ( $k=2$ )

#### ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu$ m)
10.00	10.005	-0.005
	10.004	-0.004
	10.004	-0.004
	10.006	-0.006
	10.005	-0.005

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 2 \mu$ m para ( $k=2$ )

Nota 1: 1 mil es equivalente a 25,4  $\mu$ m.



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



# Anexo 72.Certificado de Calibración Olla Washington



## PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CAL, LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	
Volumen	7.1 l	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	34-3265	
Número de Serie	H190611	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de Indicación	Analógico	
Alcance de indicación	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros de deformación elástica".

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23 °C	23 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



### 10. Resultados de Medición

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error de Indicación		de Histeresis (psi)
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
	0	0.0	0.0	0.0	
5	5.1	5.1	-0.1	0.0	0.0
10	10.1	10.1	-0.1	-0.3	-0.2
15	15.1	14.8	-0.2	-0.3	-0.1

Ensayo de Contenido de Aire (%)					
% De Aire	Indicación del Manómetro			Promedio	Error (%)
5.0	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
10.0	10.20	10.00	10.00	10.07	0.07
15.0	15.20	15.20	15.20	15.20	0.20
20.0	20.30	20.20	20.20	20.23	0.23
30.0	30.30	30.30	30.30	30.30	0.30
50.0	50.35	50.35	50.35	50.35	0.35
100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
Error Máximo Permitido (EMP)					1.0 (%)

**Nota 1.-** El punto inicial se determinó en 100%, para obtener el cero.

### 11. Observaciones

- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1.184 kg/m<sup>3</sup>

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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



Anexo 73.Certificado de calibración de medidor de contenido de aire.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCMA-022-2022**

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL.Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1  
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.  
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"  
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire  
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%  
Marca : ELE - INTERNATIONAL  
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico  
Modelo : 34-3265  
Nº de serie : H190611  
Procedencia : USA  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%  
Método de calibración : Norma ASTM C-231  
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tejero Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPALA INGENIERO CIVIL Reg. del CP N° 34286

CCMA-022-2022

Página 1 de 2

### Resultados de medición

#### Con 01 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

#### Con 02 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

### Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.





Anexo 74.Certificado de calibración de prensa mecánica.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-076-2022**

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Lugar de calibración : Carretera a Pimentel Km. 4 k.3,5 Urb. Avientel - Chiclayo.  
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica  
Capacidad del equipo : 2000 kN  
División de escala : 0,01 kN ( 0 - 999,99 kN)  
0,1 kN ( 1000 - 2000 kN)  
Marca : A & A INSTRUMENTS  
Modelo : STYE 2000B  
N° de serie del equipo : 131214  
N° de serie del panel : no indica  
Procedencia : CHINA  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21.0 °C / 60%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,5 °C / 63%  
Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-09-01

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-09-08	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. 961 OIP N° 84286

**Resultados de medición**

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
5	100,0	101,45	101,40	101,42	101,42	-1,4	0,2
10	200,0	201,77	201,46	201,55	201,59	-0,8	0,1
15	300,0	300,85	301,55	301,06	301,15	-0,4	0,1
20	400,0	400,61	401,41	401,12	401,05	-0,3	0,1
25	500,0	500,14	500,70	500,48	500,44	-0,1	0,1
30	600,0	600,00	600,66	600,21	600,29	0,0	0,1
40	800,0	797,90	799,12	798,01	798,34	0,2	0,1
50	1000,0	998,35	998,66	998,55	998,52	0,1	0,1
60	1200,0	1198,62	1198,54	1198,25	1198,47	0,1	0,1
75	1500,0	1498,31	1498,65	1498,55	1498,50	0,1	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la adición del óxido de grafeno en las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque", cuyos autores son RAMOS SUXE WAGNER, ANGASPILCO DELGADO FRANKLIN ARON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 03 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CUBAS ARMAS MARLON ROBERT <b>DNI:</b> 43238974 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9750-1247	Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 29- 07-2023 12:11:08

Código documento Trilce: TRI - 0568447