

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas
del concreto**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Diego Alonzo Rodas Gonzales

ASESOR

Luis Alberto Vidal Meza

<https://orcid.org/0000-0003-1030-1272>

Chiclayo, 2026

**Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas
del concreto**

PRESENTADA POR
Diego Alonzo Rodas Gonzales

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones
PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo
SECRETARIO

Luis Alberto Vidal Meza
VOCAL

Dedicatoria

Dedicado a mis padres (Manuel y Pilar) y a mis hermanos (Victor y Antuaneth) quienes han sido un apoyo en los momentos más difíciles, no dejando que me rinda y siempre salga adelante a pesar de las adversidades.

Agradecimientos

A Dios, por darme salud y bienestar todos los días para cumplir mis objetivos y metas.

A mi familia, por el apoyo brindado en todo momento.

A mi asesor Ing. Luis Alberto Vidal Meza, por sus enseñanzas y guía al momento de elaborar esta tesis.

Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto-1

📄 module 07

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3618:138607049

Fecha de entrega

11 may 2026, 22:45 GMT-5

Fecha de descarga

11 may 2026, 22:53 GMT-5

Nombre del archivo

Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto-1.pdf

Tamaño del archivo

5.6 MB

106 páginas

10.631 palabras

58.221 caracteres



Página 1 de 116 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3618:138607049



Página 2 de 116 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::3618:138607049

25% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

▶ Bibliografía

Fuentes principales

19% 🌐 Fuentes de Internet

2% 📄 Publicaciones

21% 👤 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Índice

Resumen	9
Abstract	10
Introducción.....	11
Revisión de literatura.....	13
Antecedentes	13
Bases teóricas.....	14
Materiales y métodos	19
Tipo de investigación.....	19
Pregunta de investigación.....	19
Hipótesis	19
Población y Muestra	19
Operacionalización de variables	20
Técnica e instrumentos de recolección de datos	21
Procedimiento.....	22
Proceso para Demostrar la Hipótesis	27
Estrategias para Demostrar la Hipótesis	29
Resultados y discusión	30
Discusión	60
Conclusiones	62
Recomendaciones	64
Referencias.....	65
Anexos	67

Lista de tablas

Tabla 1 Muestreo F_c' 210 kg/cm ²	20
Tabla 2 Muestreo F_c' 280 kg/cm ²	20
Tabla 3 Cuadro de Operacionalización de Variables	21
Tabla 4 análisis granu. del agr. grueso	30
Tabla 5 análisis granulométrico del agregado fino	31
Tabla 6 cont. humedad del agr. fino	32
Tabla 7 cont. humedad del agr. grueso	33
Tabla 8 P. espec. y abs. del agr. grueso	33
Tabla 9 p. espec. y abs. del agr. fino	34
Tabla 10 P. U. suelto del agr. grueso	34
Tabla 11 P. U. compactado del agr. grueso	34
Tabla 12 P. U. suelto del agr. fino	35
Tabla 13 P. U. compactado del agr. fino	35
Tabla 14 F_c' requerido	35
Tabla 15 Resultados asentamiento concreto f_c' 210 kg/cm ²	39
Tabla 16 Resultado de asentamiento en el concreto fresco f_c' 280 kg/cm ²	40
Tabla 17 Resultados r. compresión concreto f_c' 210 kg/cm ²	41
Tabla 18 Resultados r. compresión, concreto con 0.25% de p. grafito	42
Tabla 19 Resultados r. compresión, concreto con 0.5% de p. grafito	42
Tabla 20 Resultados r. compresión, concreto con 0.75% de p. grafito	42
Tabla 21 Resultados r. compresión concreto f_c' 280 kg/cm ²	44
Tabla 22 Resultados r. compresión, concreto con 0.25% de p. grafito	45
Tabla 23 Resultados r. compresión, concreto con 0.5% de p. grafito	45
Tabla 24 Resultados r. compresión, concreto con 0.75% de p. grafito	45
Tabla 25 Resultados r. tracción, $f_c' = 210$ kg/cm ²	48
Tabla 26 Resultados r. tracción, $f_c' = 280$ kg/cm ²	49
Tabla 27 Resultados r. flexión, $f_c' = 210$ kg/cm ²	50
Tabla 28 Resultados r. flexión, $f_c' = 280$ kg/cm ²	51
Tabla 29 Resultados r. abrasión, $f_c' = 210$ kg/cm ²	52
Tabla 30 Resultados r. abrasión, $f_c' = 280$ kg/cm ²	53
Tabla 31 Resultados sales, cloruros y sulfatos, concreto adicionado	54
Tabla 32 C.U. de concreto patrón, f_c' 210 kg/cm ²	55
Tabla 33 C.U. de concreto con 0.25% de p. grafito	55
Tabla 345 C.U. de concreto con 0.75% de p. grafito	56
Tabla 354 C.U. de concreto con 0.5% de p. grafito	56
Tabla 36 Precios de 1m ³ de concreto con y sin adición de p. grafito	59

Lista de ilustraciones

<i>Ilustración 1 Tamices Normalizados</i>	15
<i>Ilustración 2 Limites de sustancias nocivas en el agr. fino para concreto</i>	16
<i>Ilustración 3 Limites para sustancias nocivas en el agr. grueso</i>	17
<i>Ilustración 4 Ensayo de Densidad al polvo de grafito</i>	22
<i>Ilustración 5 Ensayo de granulometría</i>	23
<i>Ilustración 6 Muestra agr. grueso</i>	23
<i>Ilustración 7 fiola más arena</i>	23
<i>Ilustración 8 Peso de recipiente</i>	24
<i>Ilustración 9 Muestra de agr. fino</i>	25
<i>Ilustración 10 Secado de agregado grueso en horno</i>	25
<i>Ilustración 11 Ensayo asentamiento del concreto fresco</i>	26
<i>Ilustración 12 Elaboración de testigos para ensayo de r. compresión y r. abrasión</i>	26
<i>Ilustración 13 Elaboración de vigas para el ensayo de r. flexión</i>	27
<i>Ilustración 14 Estrategias para demostrar la hipótesis</i>	29
<i>Ilustración 15 Curva granu. agr. grueso</i>	31
<i>Ilustración 16 Curva granu del agr. fino</i>	32
<i>Ilustración 17 Ensayo de asentamiento</i>	40
<i>Ilustración 18 Ensayo de asentamiento</i>	41
<i>Ilustración 19 Resultados de resistencias 7 días</i>	43
<i>Ilustración 20 Resultados de resistencias 14 días</i>	43
<i>Ilustración 21 Resultados de resistencias 28 días</i>	43
<i>Ilustración 22 Resultados de resistencias 7 días</i>	46
<i>Ilustración 23 Resultados de resistencias 14 días</i>	46
<i>Ilustración 24 Resultados de resistencias 28 días</i>	47
<i>Ilustración 25 Resultados de resistencias</i>	49
<i>Ilustración 26 Resultados de resistencias</i>	50
<i>Ilustración 27 Resultados de resistencias</i>	51
<i>Ilustración 28 Resultados de resistencias</i>	52
<i>Ilustración 29 Resultados de resistencias</i>	53
<i>Ilustración 30 Resultados resistencias</i>	54
<i>Ilustración 31 Costos de Concreto</i>	59

Lista de anexos

Anexo 1 Matriz de Consistencia	67
Anexo 2 Declaración Jurada	68
Anexo 3 Validación de ensayos de laboratorio	68
Anexo 4 Granulometría y curva gran. del agr. fino	68
Anexo 5 Granulometría y curva gran. del agr. grueso	68
Anexo 6 Cont. Humedad (agr. grueso y fino)	68
Anexo 7 Peso Espec. y absorción (agr. grueso y fino)	68
Anexo 8 Peso unitario agr. grueso y cont. humedad	68
Anexo 9 Peso unitario agr. fino y cont. humedad	68
Anexo 10 carta de autorización	68
Anexo 11 Densidad P. grafito	68
Anexo 12 Ensayo Sales, Cloruros y Sulfatos	68
Anexo 13 Hoja Técnica P. Grafito	68
Anexo 14 calibración de instrumentos	68
Anexo 15 Resultados r. compresión concreto f'c 210 kg/cm ²	68
Anexo 16 Resultados r. compresión concreto con 0.25% p. grafito	68
Anexo 17 Resultados r. compresión concreto con 0.5% p. grafito	68
Anexo 18 Resultados r. compresión concreto con 0.75% p. grafito	68
Anexo 19 Resultados r. compresión concreto f'c 280 kg/cm ²	68
Anexo 20 Resultados r. compresión concreto con 0.25% p. grafito	68
Anexo 21 Resultados r. compresión concreto con 0.5% p. grafito	68
Anexo 22 Resultados r. compresión concreto con 0.75% p. grafito	68
Anexo 23 Resultados r. tracción concreto sin y con adiciones, f'c 210 kg/cm ²	68
Anexo 24 Resultados r. tracción concreto sin y con adiciones, f'c 280 kg/cm ²	68
Anexo 25 Resultados r. flexión concreto sin y con adiciones, f'c 210 kg/cm ²	68
Anexo 26 Resultados r. flexión concreto sin y con adiciones, f'c 280 kg/cm ²	68
Anexo 27 Resultados r. abrasión concreto f'c 210 kg/cm ²	68
Anexo 28 Resultados r. abrasión concreto con 0.25% p. grafito	68
Anexo 29 Resultados r. abrasión concreto con 0.5% p. grafito	68
Anexo 30 Resultados r. abrasión concreto con 0.75% p. grafito	68
Anexo 31 Resultados r. abrasión concreto f'c 280 kg/cm ²	68
Anexo 32 Resultados r. abrasión concreto con 0.25% p. grafito	68
Anexo 33 Resultados r. abrasión concreto con 0.5% p. grafito	68
Anexo 34 Resultados r. abrasión concreto con 0.75% p. grafito	68

Resumen

En el presente trabajo, titulado “Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto”, tiene como objetivo analizar la influencia que tiene este aditivo en las propiedades mecánicas del concreto. Se inició por conseguir los materiales necesarios que se emplearon, como son los agregados, el cemento y el polvo de grafito en cuestión, seguido de realizar los ensayos normativos para los agregados que se utilizaron, para posteriormente realizar los diseños de mezcla que se usaron para ambas resistencias (fc 210 kg/cm² y fc 280 kg/cm²), luego se elaboraron los concretos con las distintas adiciones de p. grafito y se realizó el llenado de las muestras pertinentes, para luego realizar los ensayos necesarios para evaluar las prop. mecánicas que tienen los concretos con distintas adiciones; de los resultados obtenidos podemos deducir que para los ensayos de r. compresión, r. tracción y r. abrasión se vieron mejoradas conforme iban aumentando las adiciones de p. grafito, siendo la mejor la adición de 0.75% de p. grafito para ambas resistencias.

Palabras Clave: Concreto, Polvo de Grafito, Propiedades Mecánicas

Abstract

The objective of this work, entitled “Analysis of the influence of graphite powder on the mechanical properties of concrete”, is to analyze the influence of this additive on the mechanical properties of concrete. It began by obtaining the necessary materials that were used, such as aggregates, cement and the graphite powder in question, followed by carrying out the normative tests for the aggregates that were used, to later carry out the mix designs that were used for both strengths (f_c 210 kg/cm² and f_c 280 kg/cm²), then the concretes with the different additions of graphite powder were prepared and the corresponding specimens were filled, and then the necessary tests were carried out to evaluate the mechanical properties of the concretes with different additions; From the results obtained, we can deduce that for the tests of r. compression, tensile and abrasion tests were improved as the graphite additions were increased, being the best the addition of 0.75% of graphite for both resistances.

Keywords: Concrete, Graphite Powder, Mechanical Properties

Introducción

Hoy en día, la industria del cemento es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero del mundo. La producción de cemento es responsable del 90% de las emisiones globales de CO₂ provenientes de procesos industriales, las estadísticas muestran que por cada tonelada de cemento se libera 1 tonelada de CO₂ a la atmósfera. El grupo de expertos Chatham House predice que la urbanización, el crecimiento demográfico y el desarrollo económico conducirán a un aumento en la producción de cemento de 4 a 5 mil millones de toneladas por año. Según la Comisión Mundial sobre Economía y Clima, si estos países en desarrollo desarrollaran infraestructura al mismo ritmo, la industria de la construcción generaría 470 gigatoneladas de CO₂ para 2050. Estas cifras violan el Acuerdo Climático de París, según el cual los gobiernos se han comprometido a reducir las emisiones anuales de CO₂ de la industria del cemento en al menos un 16% para 2030 si el mundo cumple su objetivo de calentamiento de 1,5 a 2 grados.

De la misma forma, un estudio demostró que China es el país donde la producción del cemento ha sido mayor, por lo tanto, las emisiones de CO₂ han sido las mayores a nivel mundial, teniendo alrededor de 4000 millones de toneladas de cemento producidas y alrededor de 1500 millones de toneladas de CO₂ emitidas entre 2010 y 2017.

De manera similar, en América Latina hay 77 empresas cementeras que producen alrededor de 200 millones de toneladas de mezclas, pero esto tiene un alto costo ambiental: cada tonelada de cemento producida por estas empresas genera 597 kg de CO₂, mientras que su tasa de reciclaje de residuos es sólo del 18%. La directora ejecutiva de la Asociación Dominicana de Fabricantes de Cemento (Adocem), Julissa Báez, explicó que la meta de la industria cementera es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta en un 32% para el año 2030, cifra 21 puntos porcentuales superior a la reducción promedio de emisiones de 1960 a 2014 de 11%.

Según el informe anual del INEI, la industria del cemento produce en promedio el 5% de las emisiones globales, y en 2016 la industria fue responsable del 2% de las emisiones de CO₂ equivalentes del Perú. Considerando este escenario, desde 2018, la Asociación Global de Cemento y Concreto (GCCA) ha centrado sus esfuerzos en garantizar el desarrollo sostenible de la industria. A partir de 2019, la GCCA ha implementado la Iniciativa de Sostenibilidad del Cemento (CSI) para reducir las emisiones totales entre un 20% y un 25% para 2030. A finales de 2021, la GCCA se ha comprometido a producir hormigón neutro en carbono para 2050.

Debido a la contaminación generada por las cementeras en el país y en el mundo se buscan nuevos materiales que puedan servir como adición para el concreto con el fin de a futuro reducir

el uso del cemento sin perder resistencia. Tal es el caso del polvo de grafito, que, según investigaciones, dicho material mejoraría las propiedades y la trabajabilidad del concreto.

Como resultado, el polvo de grafito se transforma en un material prometedor para su uso en el concreto, en esta investigación, nos podemos hacer la siguiente pregunta: ¿Qué influencia tiene el polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto?

En este trabajo de investigación, titulado “Análisis de la influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto” tiene como objetivo principal determinar la influencia que tiene el polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto y como objetivos específicos analizar las caract. físicas y químicas del polvo de grafito, realizar un ensayo para determinar la reacción química que puede haber en la mezcla de concreto, determinar la influencia que tiene el polvo de grafito en el concreto mediante las pruebas de R. Compresión, R. Tracción, R. Flexión y R. Abrasión, realizar una comparativa de los resultados que se obtendrán de los ensayos en base a la adición de polvo de grafito en diversas dosificaciones (0.25%, 0.5%, 0.75%) y análisis de la viabilidad del uso de polvo de grafito como nuevo elemento en la elaboración del concreto.

Revisión de literatura

Antecedentes

Al-Bayati, Butrouna, Salman [1], mencionan que, acorde a los resultados que obtuvieron, se observó una relación entre el material grafito y la fuerza del concreto al ser comprimido, donde estos se encuentran directamente relacionados, con una tendencia al aumento de la r. compresión en base a los niveles de grafito suministrado a la mezcla.

Tufail, Naeem, Ahmad, Waheed, Majdi, Farooq, Maqsoom, Butt [2], mencionan que en su investigación se incorporó al hormigón distintos porcentajes de grafito, de 0.1% - 0.5%, para medir la influencia en las propiedades.

En dicha investigación se obtuvieron como resultados que todas las mezclas con incorporación de grafito cumplen con los requisitos para ser hormigones autocompactantes. Para los ensayos de R. compresión obtuvieron que el grafito logró mejorar su resistencia en un 43%.

Para la r. flexión, obtuvieron una mejora de 70,63% y 14,3% con 0.3% y 0.5% a los 28 días de curado.

A. Flores, M. Flores, J. Uruchurtu [6], mencionan que los resultados que obtuvieron de las pruebas de R. Compresión con adición de grafito, en una cantidad de 2.5%, presentó una mejora y un nivel alto en las propiedades mecánicas de dicho concreto con respecto a la muestra control.

liu, Duan, Gao, ZhongruiWang, Zhang [5], mencionan que en el análisis de la R. Compresión y R. Flexión se incorporó relaves de grafito en dos porcentajes, 10% y 20%. En el ensayo de R. Compresión, los resultados demostraron que hubo una mejora con respecto a la muestra control, dando un incremento de 9.49% para una adición del 10% y 3.70% para una adición del 20%. En la R. Flexión, el c. patrón obtuvo 25.92 MPa, mientras que el concreto con adición del 10% y 20% de relaves de grafito obtuvieron 32.39 MPa y 29.04 MPa respectivamente; esto quiere decir que si hubo una mejora en dicha propiedad.

Duan, Liu, B. Li, Wang, Gao [4], mencionan en su investigación que existe un “vacío” en la influencia que tiene el uso de relaves de grafito como remplazo de la arena en la R. Compresión.

Comparando con el concreto patrón, donde el reemplazo de la arena por relave de grafito es del 0%, la R. Compresión aumentó en un 12.68% y su módulo de elasticidad en un 96.42% cuando se reemplazó la arena por relave de grafito en un 30%, pero cuando la arena es reemplazada en un 100%, la R. Compresión disminuyó un 5.37% y su módulo de elasticidad disminuyó un 25.96% respecto al patrón. Esto nos indica que la tasa de reemplazo óptima para una mejora de la R. Compresión y del módulo de elasticidad sería de un 30%.

He, Hao, Meng, Zhang, sol, Shen [3], mencionan que para demostrar los efectos del polvo de grafito se utilizaron dos porcentajes de reemplazo, 3% y 9%, comparándolo con el rendimiento dado por un concreto patrón. Los resultados demostraron que cuando el reemplazo de PG fue del 3% la R. Compresión disminuyó en un 10.7%, y cuando el reemplazo fue de 9%, la resistencia disminuyó en un 30.17%.

Bases teóricas

Materiales

a) Grafito

Es un mineral a base de carbono que puede existir en el medio ambiente. Compuesto por láminas de grafenos que conforman un sistema de anillos.

b) Concreto

Mezcla fabricada con cemento, agua, agregados y en algunos casos lleva aditivos. [7]

c) Componentes del Concreto

Cemento

Un polvo que, al mezclarlo con agua, se convierte en un pegamento que puede endurecerse. [7]

Agregados

También llamados áridos, son una agrupación de partículas, ya sean de origen natural o artificial, que son elaboradas o tratadas cuyas dimensiones se encuentran estipuladas en la Normativa. [8]

i. Agr. Fino

Tipo de agregado piedras o rocas que proviene de la disgregación, el cual pasa el tamiz de 9.5 mm, y cumple con ciertos límites encontrados en la normativa.[8]

ii. Agr. Grueso

Tipo de agregado que proviene de la disgregación de la roca, el cual pasa el tamiz de 4,75 mm o también conocido como el tamiz N°4 cumpliendo con los límites encontrados en la normativa. [8]

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 μm (N° 100)
	300 μm (N° 50)
	600 μm (N° 30)
	1,18 mm (N° 16)
	2,36 mm (N° 8)
	4,75 mm (N° 4)
GRUESO	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100,0 mm (4)

Ilustración 1 Tamices Normalizados

iii. Límite de Sustancias Nocivas en los agregados para el concreto

Según normativa, los agregados que serán usados para el concreto deberán estar libre de ciertas sustancias que lo perjudicarían.

Al utilizar un material a base de carbono, la normativa nos indica que se puede hacer uso de dicho material hasta un máximo de 1% del peso total de la muestra. [14]

AGR. FINO: [14]

TABLA 2 - Límites de sustancias nocivas en el agregado fino para concreto

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3,0
Material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200): <ul style="list-style-type: none"> • Concreto sujeto a abrasión • Otros concretos 	3,0 ^A 5,0 ^A
Carbón y lignito: <ul style="list-style-type: none"> • Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante. • Otros concretos 	0,5 1,0
Características químicas ^B : <ul style="list-style-type: none"> • Contenido de sulfatos, expresados como SO_4 % max. • Contenido de cloruros, expresados como Cl^- % max. 	1,2 0,1
^A En el caso de arena manufacturada los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200) pueden aumentarse a 5,0 % y 7 % respectivamente, siempre que estén libres de arcillas o limos. Para la caracterización de esos finos, existen diversos medios disponibles, dentro de ellos el de Equivalente de Arena de la norma ASTM D 2419.	
^B Opcionales. Véase Anexo C.	

Ilustración 2 Límites de sustancias nocivas en el agr. fino para concreto

AGR. GRUESO: [14]

Requisito	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 μm (No. 200):	1,0 ^A
Horsteno (menos de 2.40 de densidad)	5,0 ^B
Carbón y lignito:	
• Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0,5
• Otros concretos	1,0
Características químicas ^C :	
• Contenido de sulfatos, expresados como SO_4 % max.	1,0
• Contenido de cloruros, expresados como Cl^- % max.	0,1
^A Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.	
^B Sólo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad).	
^C Opcionales. Véase Anexo C.	

Ilustración 3 Límites para sustancias nocivas en el agr. grueso

Agua

Se usa en la elaboración del concreto y posteriormente en su curado debe ser potable, pero en algunos casos se puede llegar a utilizar agua no potable solo si:

- El agua se encuentra limpia y libre de sustancias que podrían resultar perjudiciales para el concreto, el acero o para los elementos embebidos. [7]
- Las muestras diseñadas para los ensayos, que se elaboran con el agua no potable, deben llegar a una resistencia casi similar a la resistencia obtenida por otras muestras diseñadas con agua potable a los 7 y 28 días. [7]

d) Ensayo de análisis granu. para agr. grueso y fino

Este ensayo determina los diferentes tamaños de los agregados, a través de tamices normados y ordenados en forma descendente según el agregado a ensayar.

e) Ensayo de p. espec. y abs. de agr. grueso y fino

Esta prueba se determina por la relación entre la masa de una unidad de volumen de material y la masa del mismo volumen de agua destilada, dependiendo del cont. humedad del agreg., que tiende a estar seco, saturado y superficialmente seco.

f) Ensayo de P.U. suelto y compactado de agr. grueso y fino

Este ensayo determina el peso del agregado que se necesita para llenar un recipiente. Este llenado se realiza de dos maneras, compactando el material y simplemente vertiéndolo en el recipiente.

g) Ensayo de cont. humedad total evaporable de agregados por secado

Este ensayo determina el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso.

h) Trabajabilidad del Concreto

Este ensayo determina el asentamiento del concreto fresco mediante el uso de diferentes instrumentos, ya sea en laboratorio o en campo.

i) Propiedades Mecánicas del Concreto

R. Compresión

Una de las propiedades más importantes a la hora de elaborar un concreto puesto que nos indica la mayor carga que puede soportar antes de llegar a fallar. Se aplica una carga sobre las probetas hasta llegar a una falla.

[10]

R. Tracción

Esta propiedad indica la capacidad del concreto para resistir la deformación y el fallo cuando se le aplica una carga de tracción o en todo caso cuando las probetas usadas para los ensayos son estiradas. [11]

R. Flexión

Esta propiedad indica la resistencia que posee el concreto para evitar deformaciones y producir fallas debido a la aplicación de cargas que produzcan flexión o curvaturas. [12]

R. Abrasión

Dicha Propiedad muestra la capacidad del concreto de resistir al desgaste mediante el uso de un rodillo giratorio. Este ensayo se usa para verificar la calidad en pavimentos y puentes sujetos a tránsito. [13]

Materiales y métodos***Tipo de investigación***

- Según el fin: Investigación Aplicada
- Según la metodología de estudio: Investigación experimental
- Según la información analizada: Investigación cuantitativa

Pregunta de investigación

¿Qué influencia tiene el polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto?

Hipótesis

El polvo de grafito como aditivo para el concreto mejorará sus propiedades mecánicas.

Población y Muestra

La población estuda se conforma por probetas que serán ensayadas siguiendo los requerimientos de las normas técnicas peruanas correspondientes.

Tabla 1 Muestreo Fc' 210 kg/cm2

F'c = 210													
Ensayos	Dosificación - 7 días				Dosificación - 14 días				Dosificación - 28 días				
	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	
E.R. COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
E.R. TRACCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	12
E.R. FLEXIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	8
E.R.ABRASIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	12
Total de Probetas												68	

Fuente 1: elaboración propia

Tabla 2 Muestreo F'c 280 kg/cm2

F'c = 280													
Ensayos	Dosificación - 7 días				Dosificación - 14 días				Dosificación - 28 días				
	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	Grafito 0 %	Grafito 0.25 %	Grafito 0.5 %	Grafito 0.75%	
E.R. COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
E.R. TRACCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	12
E.R. FLEXIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	8
E.R.ABRASIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	12
Total de Probetas												68	

fuentes 2: elaboración propia

Operacionalización de variables

- a. Variable Independiente
 - Porcentaje de dosificación de PG al concreto
- b. Variable Dependiente
 - P. Mecánicas del concreto:
 - R. Compresión
 - R. Flexión
 - R. Tracción
 - R. Abrasión
- c. Variable Interviniente
 - Interviniente 1 (F'c utilizado)
 - f'c 210 kg/cm2
 - f'c 280 kg/cm2
 - Interviniente 2 (Tipo de Cemento)
 - Cemento P. Tipo I

Tabla 3 Cuadro de Operalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	RANGO DE VARIABILIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
Variable independiente (X): Polvo de Grafito	Porcentaje de dosificación de grafito al concreto	% EN VOLUMEN	0.25%	Peso medido mediante una balanza
			0.5%	
			0.75%	
VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN	
Variable dependiente (Y): Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la Compresión	Kg/cm ²	NTP 339.034 "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas"	
	Resistencia a la Flexión	Kg/cm ²	NTP 339.078 "Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo"	
	Resistencia a la Tracción	Kg/cm ²	NTP 339.084:2012 "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión dimensional de una probeta cilíndrica"	
	Resistencia a la Abrasión	Kg/cm ³	ASTM C944 / C944M – 12 "Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method"	
VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN	
INTERVINIENTE 1 (Resistencia a la compresión)	F'c = 210	Kg/cm ²	Método ACI 211	
	F'c = 280	Kg/cm ²	Método ACI 211	
INTERVINIENTE 2 (Tipo de Cemento)	Cemento Portland Tipo 1	Kg	NTP 334.090	

fuelle 3: elaboración propia

Técnica e instrumentos recolección datos

Técnicas:

Se realizó una recopilación de fuentes de información referentes al tema de investigación (artículos científicos, normativa),

Instrumentos:

- Norma Técnica Peruana
- RNE
- Diseño de Mezcla

Procedimiento

- **Ensayo para la densidad del polvo de grafito**

En este caso, el material tiene un tamaño de 45 micras que pasa por el tamiz N° 325. Este ensayo se realiza por volumen desplazado de kerosene mediante el uso de un frasco de Le Chatelier.

Ilustración 4 Ensayo de Densidad al polvo de grafito



fuentes 4: Laboratorio externo

- **Ensayos para los agregados**

- **Análisis de granulometría del agr. grueso y fino**

En el caso del agr. grueso se utilizó 7 kg para poder determinar su granulometría, haciéndolo pasar por los tamices correspondientes para agr. grueso.

En el caso del agr fino se utilizó 600 gramos para determinar su granulometría, de la misma forma haciéndolo pasar por los tamices correspondientes para agr. fino.

Ilustración 5 Ensayo de granulometría



fuentes 5: elaboración propia

○ **P. específico y abs. de agr. grueso y fino**

En el caso del agr. grueso se utilizó 1 kg con 485.71 gramos para obtener el p. espec. y absorción, además de utilizar una canastilla con un peso de 870 gramos.

En el caso del agr. fino se utilizó 500 gramos para determinar su p. espec. y abs., además se utilizó una fiola o frasco con un peso de 201.4 gramos.

Ilustración 7 fiola más arena



Ilustración 6 Muestra agr. grueso



- **P. U. suelto y compactado de agr. grueso y fino**

Para determinar los P. U. sueltos y compactados de los agregados se usó un recipiente con un peso de 10 kg con 56 gramos, primeramente, se realizó los pesos unitarios sueltos que se realizaron solamente vertiendo el material en el recipiente hasta llenarlo y para los pesos unitarios compactados se realiza una compactación del material, hasta llenar el recipiente.

Ilustración 8 Peso de recipiente



- **Cont. humedad de agregados**

Primeramente, se pesó la cantidad de material que se empleará en este ensayo, para la arena se utilizó 600 gramos y para la piedra se utilizó 7 kg.

Luego se procedió a pesar el recipiente en los cuales va a ir el material, para posteriormente despreciarlo en el pesaje final, se prosigue con el inicio del secado de los materiales que en este caso se optó por uso de horno, y pasadas 24 h se retira del horno las muestras para pesarlas y sacar el cont. Humedad.

Ilustración 10 Secado de agregado grueso en horno



Ilustración 9 Muestra de agr. fino



- **Diseño de mezcla patrón (0% polvo de grafito)**

El diseño para el c. patrón se realizó siguiendo lo estipulado por el ACI 211, teniendo en consideración los hallazgos de las pruebas de los componentes y el tamaño específico del cemento Cemex tipo I.

- **Ensayo trabajabilidad del concreto (slump)**

Este experimento se llevó a cabo utilizando una combinación fresca de concreto, que luego fue colocada en un recipiente de cono trunco (cono de abrams) y compactarlo mediante un proceso de varillado. Se retira hacia arriba para permitir que el concreto se asiente y la distancia vertical que hay entre la posición inicial y la final vendría a ser considerada el asentamiento o slump.

Ilustración 11 Ensayo asentamiento del concreto fresco



- **Fabricación de testigos de concreto**

De acuerdo con los ensayos a llevar a cabo, se elaboraron diferentes tipos de probetas. Para compresión y abrasión, se elaboraron muestras de concreto cilíndricas de 10 x 20 cm. Para tracción, se elaboraron muestras de concreto con medidas de 15 x 30 cm. Finalmente, para flexión, se elaboraron vigas de concreto con medidas de 15 x 15 x 50 cm.

Ilustración 12 Elaboración de testigos para ensayo de r. compresión y r. abrasión



Ilustración 13 Elaboración de vigas para el ensayo de r. flexión



- **Ensayos para las P. Mecánicas**

- **R. Compresión**

Para la R. Compresión se aplica una fuerza de compresión a las probetas a ensayar. La resistencia de los testigos se haya dividiendo la carga máxima que se llegue a alcanzar dentro del espacio de la zona transversal de la muestra. [10]

- **R. Flexión**

Para la R. Flexión se ejerce una carga en los $L/3$ de la viga hasta que producir la falla. [11]

- **R. Tracción**

Para la R. Tracción, se emplea una fuerza diametralmente distribuida a lo largo de la muestra de concreto hasta que se produce el fallo. Dicha carga se debe realizar a una velocidad ya prescrita. [12]

- **R. Abrasión**

Para la R. Abrasión se le realiza una carga con el rodillo giratorio sobre una cara de la muestra luego de pesarla. La carga será constante durante 2 minutos. [13]

Proceso para Demostrar la Hipótesis

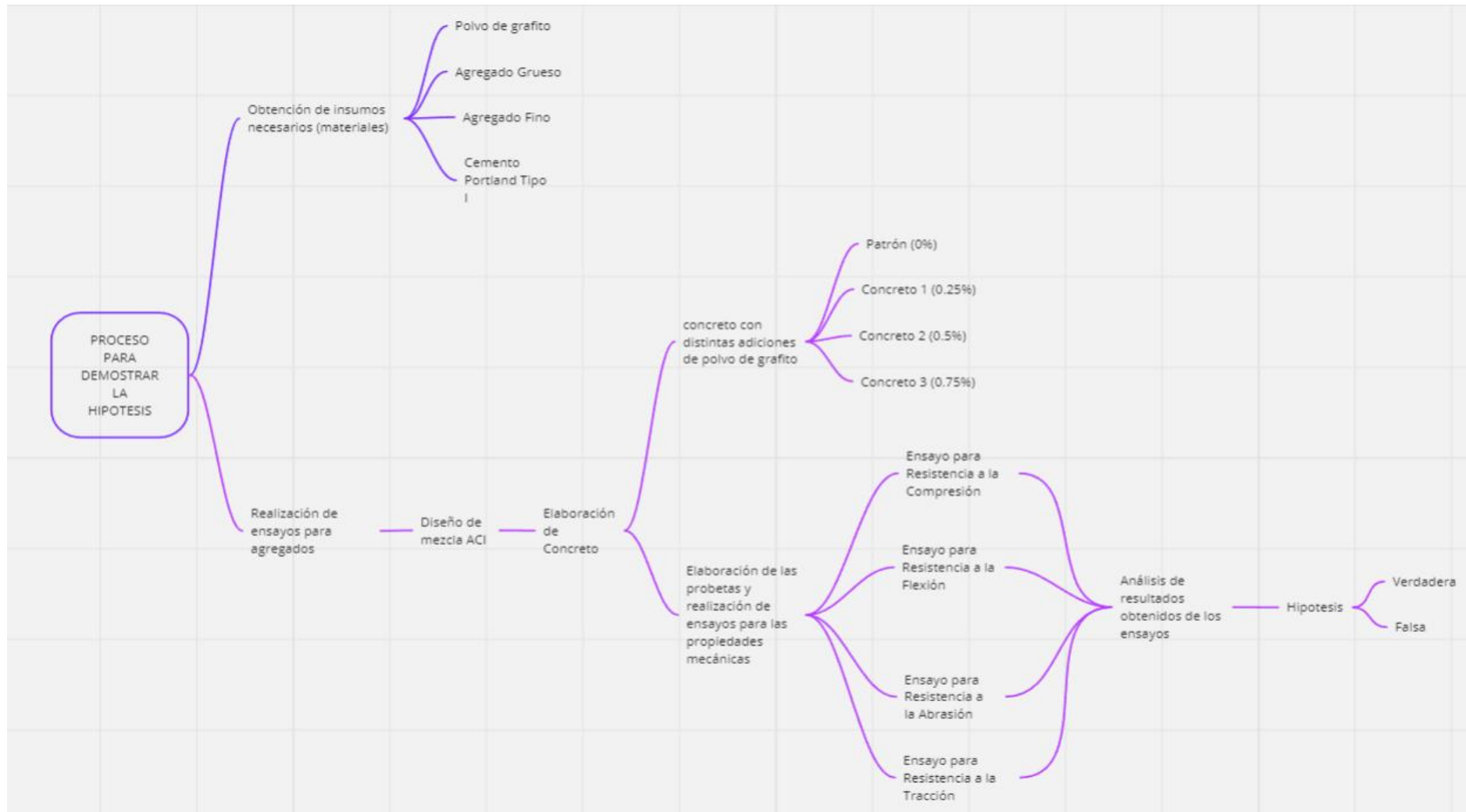
- Obtención de los insumos necesarios (materiales)

- Polvo de Grafito
- Agr. Grueso
- Agr. Fino
- Cemento Tipo I

- Realizar ensayos para agregados según los procedimientos de la NTP 400.012.
- Realización del Diseño de Mezcla para un concreto f_c 210 kg/cm² y f_c 280 kg/cm² según el método del ACI.
- Se procederá a la elaboración de los concretos con los cuales se elaborarán las probetas a ensayar:
 - Concreto Patrón (0% de p. grafito)
 - Concreto 1 (0.25% de p. grafito)
 - Concreto 2 (0.5% de p. grafito)
 - Concreto 3 (0.75% de p. grafito)
- Se realizarán las probetas necesarias para cada concreto y posteriormente se iniciará con las pruebas para evaluar las propiedades mecánicas.
 - Ensayo para la R. Compresión
 - Ensayo para la R. Flexión
 - Ensayo para la R. Tracción
 - Ensayo para la R. Abrasión
- Una vez obtenido los resultados de todos los ensayos, se analizarán y compararán, los concretos modificados con el concreto patrón.
- Finalmente, al analizar y comparar los resultados se puede llegar a una conclusión, demostrando si la hipótesis en cuestión es verdadera o falsa.

Estrategias para Demostrar la Hipótesis

Ilustración 14 Estrategias para demostrar la hipótesis



Resultados y discusión

Resultados de los ensayos a agregados en laboratorio

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agreg. en el laboratorio:

Análisis granu. del agr. grueso

El agr. grueso empleado se trajo de la cantera "La Victoria - Patapo" y se registraron los siguientes hallazgos.

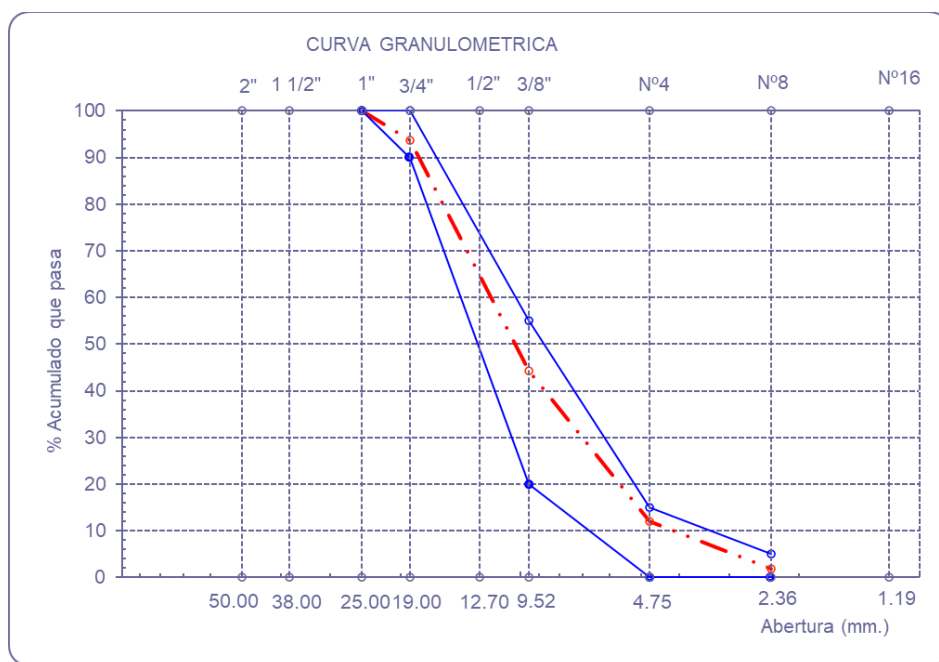
Tabla 4 análisis granu. del agr. grueso

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	451.0	6.2	6.2	93.8	40.0	85.0
1/2"	12.70	750.0	10.3	16.5	83.5	10.0	40.0
3/8"	9.52	2848.0	39.1	55.6	44.4	0.0	15.0
Nº 04	4.75	2353.0	32.3	87.9	12.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	749.0	10.3	98.2	1.8	0.0	0.0
Nº 16	1.19	102.0	1.4	99.6	0.4	0.0	0.0
Fondo		30.0	0.4	100.0	0.0		
Tamaño Maximo		7283.0	1"	25.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	19.00			

fuelle 6: elaboración propia

La figura subsiguiente ilustra que la curva granu. Se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la ntp, y de acuerdo con la tabla precedente, se obtiene un TMN de 3/4".

Ilustración 15 Curva granu. agr. grueso



fuelle 7: elaboración propia

Analisis granu. del agr. fino

El agr. fino empleado se deriva de cantera "La Victoria – Patapo", y se recopilaron los siguientes datos respecto a la granulometría.

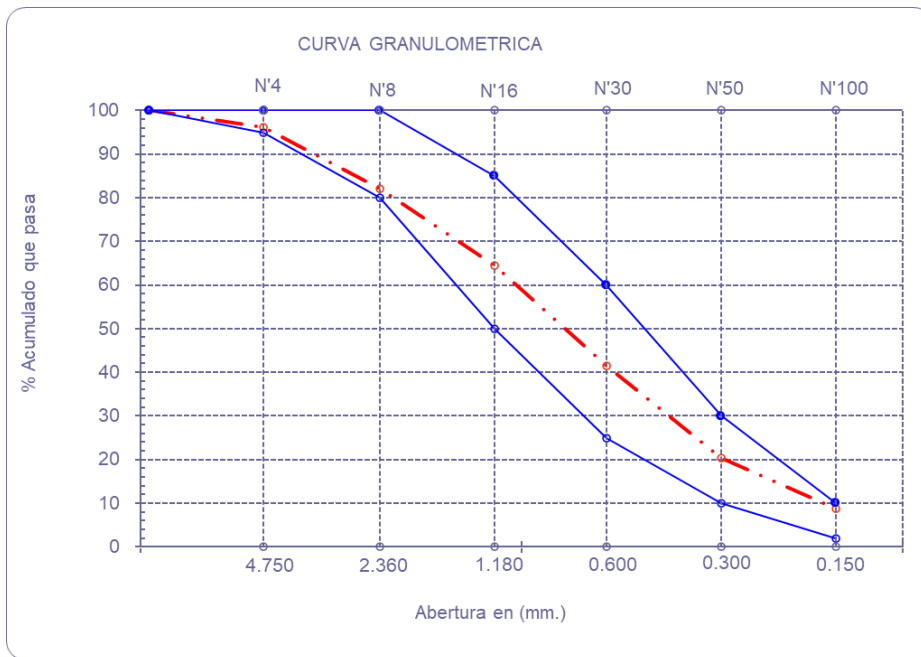
Tabla 5 análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	23.5	3.9	3.9	96.1	95	100
Nº 08	2.360	83.97	14.0	17.9	82.1	80	100
Nº 16	1.180	105.22	17.6	35.5	64.5	50	85
Nº 30	0.600	137.49	23.0	58.5	41.5	25	60
Nº 50	0.300	126.2	21.1	79.6	20.4	10	30
Nº 100	0.150	70.5	11.8	91.3	8.7	2	10
Fondo		51.98	8.7	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.867			
Abertura de malla de referencia				9.500			

fuelle 8: elaboración propia

La figura subsiguiente ilustra que la curva granu. se ajusta a los parámetros estipulados en la normativa, y de acuerdo con la tabla precedente, se obtiene un elemento de fineza de 2.867.

Ilustración 16 Curva granu del agr. fino



fuentes 9: elaboración propia

Cont. humedad del agr. grueso y fino

Para lograr este resultado se hizo el ensayo correspondiente para el agr. grueso, obteniendo como resultado un contenido de humedad de 0.48%, de la misma forma se realizó el ensayo correspondiente para el agr. fino, resultando en una cantidad de humedad del 0.20%.

Tabla 6 cont. humedad del agr. fino

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	600	600
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	598.81	598.81
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.20	0.20
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.20	

fuentes 10: elaboración propia

Tabla 7 cont. humedad del agr. grueso

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	7318	7318
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	7283	7283
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.48	

fuelle 11: elaboración propia

P. espec. y abs. de agr. grueso y fino

Primeramente, para el peso espec. del agr. grueso se realizó el ensayo correspondiente, obteniendo como resultado que posee un p. espec. de 2.701 gr/cm³, y para el agr. fino se realizó también el ensayo, obteniendo que posee un p. espec. de 2.577 gr/cm³.

Seguidamente para el porcentaje de absorción de los agregados se realizó el ensayo correspondiente, obteniendo como resultado una absorción de 1.63% para el agr. grueso y para el agr. fino una absorción de 0.39%.

Tabla 8 P. espec. y abs. del agr. grueso

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1486	1486
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1510	1510
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del c	(g)	1830	1830
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	960	960

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.701
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.745
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.826
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.63

fuelle 12: elaboración propia

Tabla 9 p. espec. y abs. del agr. fino

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco +	(g)	1008.1	1008.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.35	701.35
3.- Peso del Agua	(g)	306.72	306.72
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	699.4	699.4
5.- Peso del Frasco	(g)	201.35	201.35
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.577
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.587
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.603
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.39

fuelle 13: elaboración propia

P. U. suelto y compactado de agr. grueso y fino

Se realizó el ensayo correspondiente para determinar el P. U. suelto y compactado del agr. grueso y del agr. fino dando como resultado:

- Para el agr. grueso un P. U. suelto de 1370 kg/m³ y un P. U. compactado de 1572 kg/m³.

Tabla 10 P. U. suelto del agr. grueso

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7504	7484
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7504	7484
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1378	1375
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1370	

fuelle 14: elaboración propia

Tabla 11 P. U. compactado del agr. grueso

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8604	8594
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8604.0	8594.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1581	1579
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1572	

fuelle 15: elaboración propia

- Para el agr. fino un P. U. suelto de 1638 kg/m³ y un P. U. compactado de 1790 kg/m³.

Tabla 12 P. U. suelto del agr. fino

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	8996
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8990	8996
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1640	1642
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1638	

fuelle 16: elaboración propia

Tabla 13 P. U. compactado del agr. fino

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9830	9826
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9830	9826
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1794	1793
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1790	

fuelle 17: elaboración propia

D. de Mezcla Patrón (0% de polvo de grafito)

En este trabajo se planteó el uso de dos resistencias, una resistencia de fc 2 10 kg/cm² y fc 280 kg/cm², por lo que se realizaron dos diseños de mezcla distintos.

D. de mezcla - f'c 210 kg/cm²:

- Primeramente, se empleó un fc teórico de 210 kg/cm² y un fc requerido de 295 kg/cm², cuyo cálculo se realiza conforme a la tabla siguiente:

Tabla 14 F'c requerido

F'c teórico	F'c requerido
<210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 85
>350	1.1f'c + 50

- El asentamiento elegido para este diseño fue de 3'' a 4'', consideramos un contenido de aire de 2% y el volumen del agua 205 lt/m³.

- Se consideró una relación a/c de 0.557, además que debido al módulo de fineza del agr. fino que fue de 2.867 obtenemos un volumen del agr. grueso de 0.613
- Con los datos obtenidos se realizó todos los cálculos correspondientes, dándonos como resultado el material por m³ de concreto en condiciones secas:
 - Cemento = 368 kg/m³
 - Agua = 205 lt/m³
 - Arena = 776 kg/m³
 - Grava = 964 kg/m³
- Se prosigue a hacer una corrección por humedad obteniendo:
 - Arena = 778 k g/m³
 - Grava = 969 k g/m³
- Y un agua efectiva de:
 - Arena = -1.5
 - Grava = -11.2
 - Teniendo un total de -12.7
- Con todos los datos calculados, obtenemos el material por m³ de concreto en condiciones húmedas:
 - Cemento = 368 kg/m³
 - Agua = $205 - (-12.7) = 217.7$ lt/m³
 - Arena = 778 kg/m³
 - Grava = 969 kg/m³
- Finalmente obtenemos la dosificación en peso y en volumen:
 - En peso:
 - C = 1
 - AF = 2.11
 - AG = 2.63
 - AGUA = 25.1
 - GRAFITO = 0.097
 - En volumen:
 - C = 1
 - AF = 1.98

- AG = 2.88
- AGUA = 25.1
- GRAFITO = 0.097

Adición de p. grafito:

La inclusión del polvo de grafito se hará acorde a los porcentajes establecidos en la investigación en base a 1 m³ de concreto, utilizando la densidad obtenida para obtener la dosificación en peso.

Los cálculos para la dosificación quedarían de la siguiente manera:

- *Ecuación 1 adición 0.25% de polvo de grafito*
 - $PG_{0.25\%} = \frac{0.25\% \times 368}{2.2} = 0.42 \text{ kg/m}^3$
- *Ecuación 2 adición 0.5% de polvo de grafito*
 - $PG_{0.5\%} = \frac{0.5\% \times 368}{2.2} = 0.84 \text{ kg/m}^3$
- *Ecuación 3 adición 0.75% de polvo de grafito*
 - $PG_{0.75\%} = \frac{0.75\% \times 368}{2.2} = 1.25 \text{ kg/m}^3$

D. de mezcla - f'c 280 kg/cm²:

- Primeramente, se empleó un fc teórico de 280 k g/cm² y un fc requerido de 365 k g/cm², las cuales se determinaron conforme a la tabla siguiente:

F'c teórico	F'c requerido
<210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 85
>350	1.1f'c + 50

- El asentamiento elegido para este diseño fue de 3'' a 4'', consideramos un contenido de aire de 2% y el volumen del agua 205 lt/m³.
- Se consideró una relación a/c de 0.465, además que debido al módulo de finza del agr. fino que fue de 2.867 obtenemos un volumen del agr. grueso de 0.613

- Con los datos obtenidos se realizó todos los cálculos correspondientes, dándonos como resultado el material por m³ de concreto en condiciones secas:
 - Cemento = 441 kg/m³
 - Agua = 205 lt/m³
 - Arena = 717 kg/m³
 - Grava = 964 kg/m³
- Se prosigue a hacer una corrección por humedad obteniendo:
 - Arena = 718 kg/m³
 - Grava = 969 kg/m³
- Y un agua efectiva de:
 - Arena = -1.4
 - Grava = -11.2
 - Teniendo un total de -12.6
- Con todos los datos calculados, obtenemos el material por m³ de concreto en condiciones húmedas:
 - Cemento = 441 kg/m³
 - Agua = $205 - (-12.6) = 217.6$ lt/m³
 - Arena = 718 kg/m³
 - Grava = 969 kg/m³
- Finalmente obtenemos la dosificación en peso y en volumen:
 - En peso:
 - C = 1
 - AF = 1.63
 - AG = 2.20
 - AGUA = 21
 - GRAFITO = 0.145
 - En volumen:
 - C = 1
 - AF = 1.49
 - AG = 2.41
 - AGUA = 21
 - GRAFITO = 0.145

Adición de p. grafito:

La inclusión del polvo de grafito se hará acorde a los porcentajes establecidos en la investigación en base a 1 m³ de concreto, utilizando la densidad obtenida para obtener la dosificación en peso.

Los cálculos para la dosificación quedarían de la siguiente manera:

- *Ecuación 4 adición 0.25% polvo de grafito*
 - $PG_{0.25\%} = \frac{0.25\% \times 441}{2.2} = 0.50 \text{ kg/m}^3$
- *Ecuación 5 adición 0.5% de polvo de grafito*
 - $PG_{0.5\%} = \frac{0.5\% \times 441}{2.2} = 1 \text{ kg/m}^3$
- *Ecuación 6 adición 0.75% de polvo de grafito*
 - $PG_{0.75\%} = \frac{0.75\% \times 441}{2.2} = 1.5 \text{ kg/m}^3$

Resultados asentamiento de concreto fresco:

Se realizó la medición de los asentamientos obtenidos para cada tanda de concreto fresco.

Para una resistencia f_c 210 kg/cm² se lograron los siguientes resultados:

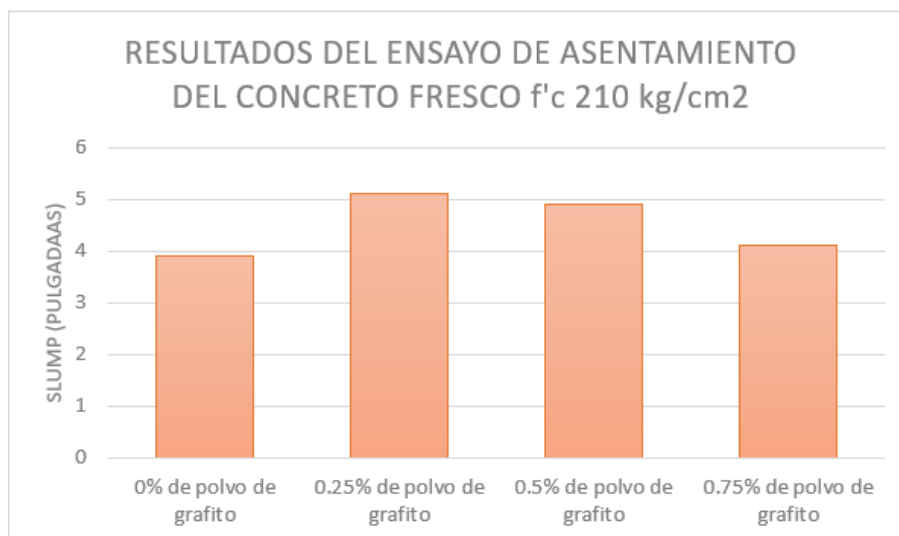
Tabla 15 Resultados asentamiento concreto f_c 210 kg/cm²

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
RESISTENCIA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	SLUMP OBTENIDO
F'c 210	0% de polvo de grafito	3.9
	0.25% de polvo de grafito	5.1
	0.5% de polvo de grafito	4.9
	0.75% de polvo de grafito	4.1

fuentes 18: elaboración propia

Como podemos observar la trabajabilidad se vio afectada debido a los niveles de polvo de grafito que se agregaban incrementaron significativamente la trabajabilidad hasta alcanzar un nivel de 5.1" mientras la adición mayor no aumentó mucho la trabajabilidad, dando un slump de 4.1".

Ilustración 17 Ensayo de asentamiento



fuelle 19: elaboración propia

Para una resistencia f'c de 280 kg/cm2 se lograron los siguientes resultados:

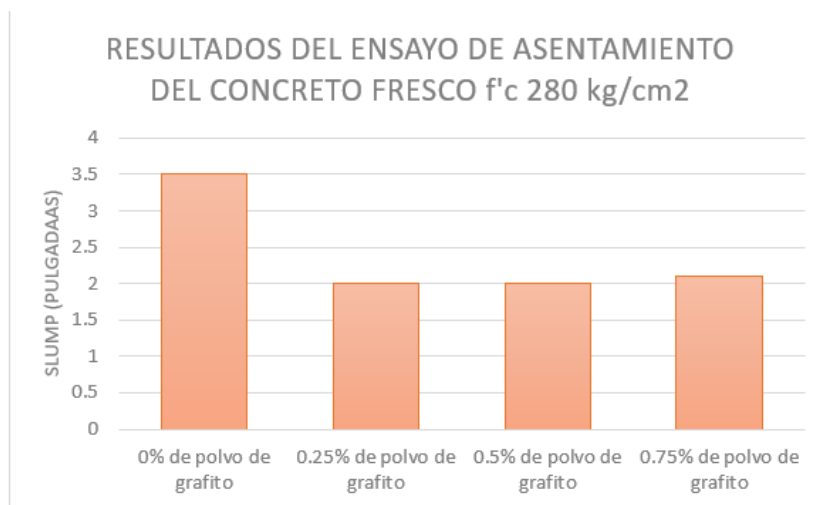
Tabla 16 Resultado de asentamiento en el concreto fresco f'c 280 kg/cm2

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
RESISTENCIA	PORCENTAJE DE ADICIÓN	SLUMP OBTENIDO
F'c 280	0% de polvo de grafito	3.5
	0.25% de polvo de grafito	2
	0.5% de polvo de grafito	2
	0.75% de polvo de grafito	2.1

fuelle 20: elaboración propia

Como podemos apreciar la trabajabilidad se vio afectada por las distintas adiciones, la adición de 0.25% y 0.5% de p. grafito dieron una trabajabilidad de 2" y la adición de 0.75% dio una trabajabilidad de 2.1".

Ilustración 18 Ensayo de asentamiento



fuelle 21: elaboración propia

Resultados del ensayo de r. compresión:

A los testigos de probetas de concreto de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura se le realizaron el ensayo de resistencia a la compresión, dando como resultado los siguientes datos:

Para una resistencia f'c 210 kg/cm²:

Tabla 17 Resultados r. compresión concreto f'c 210 kg/cm²

Muestra N°	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro	Carga	f _c (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	22023.4	280	281
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	21972.3	280	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	22315.6	284	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	23293.2	297	295
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	23401.9	298	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	22747.3	290	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	24779.4	316	322
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	25483.8	324	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	25532.8	325	

fuelle 22: elaboración propia

Tabla 18 Resultados r. compresión, concreto con 0.25% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	f _c (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	10	22900.4	292	293
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	10	23210.2	296	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	10	22946.2	292	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	10	25402.7	323	325
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	10	25504.8	325	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	10	25607	326	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	10	28847.7	367	370
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	10	29774.1	379	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	10	28510.7	363	

fuelle 23: elaboración propia

Tabla 19 Resultados r. compresión, concreto con 0.5% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	f _c (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	22888.9	291	295
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	23538.8	300	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	23090.3	294	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	26532.5	338	341
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	26804.1	341	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	27044.3	344	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	29740.5	379	381
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	30234.7	385	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	29690.4	378	

fuelle 24: elaboración propia

Tabla 20 Resultados r. compresión, concreto con 0.75% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	f _c (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	10	26973.7	343	332
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	10	26149.1	333	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	10	25141.1	320	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	10	28094.8	358	352
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	10	26992.2	344	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	10	27758.9	353	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	10	30053.9	383	387
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	10	30960.9	394	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	10	30053.8	383	

fuelle 25: elaboración propia

Conforme los resultados, a los 28 días, el hormigón patrón registró una resistencia media de 322 kg/cm², lo que representaría un 153% del f_c teórico y un 109% respecto al f_c requerido.

A continuación, se presenta unos gráficos con una comparación de los resultados obtenidos a las diferentes edades:

Ilustración 20 Resultados de resistencias 7 días



fuelle 26: elaboración propia

Ilustración 19 Resultados de resistencias 14 días



fuelle 27: elaboración propia

Ilustración 21 Resultados de resistencias 28 días



fuelle 28: elaboración propia

De los gráficos presentados podemos deducir lo siguientes:

- Para un periodo de 7 días, todas las adiciones incrementaron la resistencia comparandolo con un hormigón estándar. La adición de un 0.25% de p. grafito incrementó la resistencia hasta alcanzar los 293 kg/cm², la adición de un 0.5% de p. grafito incrementó la resistencia hasta alcanzar los 295 kg/cm² y la adición de un 0.75% de p. grafito incrementó la resistencia hasta alcanzar los 332 kg/cm².
- Para un periodo de 14 días, todas las adiciones incrementaron la resistencia comparandolo con el concreto de referencia. La adición de un 0.25% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta alcanzar los 325 kg/cm², la adición de un 0.5% de polvo de grafito incrementó la resistencia ligeramente hasta alcanzar los 341 kg/cm², y la adición de un 0.75% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta alcanzar los 352 kg/cm².
- Para un periodo de 28 días, todas las adiciones incrementaron la resistencia comparandolo con el hormigón estándar. La adición de un 0.25% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 370 kg/cm², mientras que la adición de 0.5% y 0.75% de p. grafito incrementaron la resistencia casi a la par, alcanzando las capacidades de 381 kg/cm² y 387 kg/cm² respectivamente.

Para una resistencia $f'c$ 280 kg/cm²:

Tabla 21 Resultados r. compresión concreto $f'c$ 280 kg/cm²

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	f_c (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	24825.5	316	314
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	24550.4	313	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	10	24644.8	314	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	27612.6	352	359
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	28034.2	357	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	10	28873.3	368	
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	29693.6	378	378
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	29648.7	377	
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	10	29632.2	377	

fuelle 29: elaboración propia

Tabla 22 Resultados r. compresión, concreto con 0.25% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	10	26694.7	340	341
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	10	26624	339	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	10	26922.7	343	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	10	30643.3	390	393
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	10	30472.7	388	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	10	31479.6	401	
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	10	32364.1	412	414
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	10	32943.1	419	
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	10	32193.4	410	

fuelle 30: elaboración propia

Tabla 23 Resultados r. compresión, concreto con 0.5% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	27150.3	346	354
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	27644.1	352	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	10	28686.1	365	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	31096.7	396	400
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	31338.4	399	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	10	31696.9	404	
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	32617.9	415	422
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	33777.4	430	
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	10	32982.5	420	

fuelle 31: elaboración propia

Tabla 24 Resultados r. compresión, concreto con 0.75% de p. grafito

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	10	28817.8	367	370
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	10	29942.4	381	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	10	28447.8	362	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	10	31650.2	403	412
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	10	32858.6	418	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	10	32452.2	413	
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	10	34090.4	434	435
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	10	34562.2	440	
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	10	33820.3	431	

fuelle 32: elaboración propia

De acuerdo con los hallazgos, el concreto patrón alcanzó una resistencia media de 378 kg/cm² a los 28 días, lo que representaría un 135% del f'c teórico y un 103.5% respecto al f'c requerido.

A continuación, se presenta unos gráficos con una comparación de los resultados obtenidos a las diferentes edades:

Ilustración 22 Resultados de resistencias 7 días



fuelle 33: elaboración propia

Ilustración 23 Resultados de resistencias 14 días



fuelle 34: elaboración propia

Ilustración 24 Resultados de resistencias 28 días



fuelle 35: elaboración propia

De los gráficos presentados podemos deducir lo siguientes:

- En el periodo de 7 días, las adiciones de polvo de grafito incrementaron la resistencia en comparación con el concreto estándar. La adición de 0.25% resultó en una resistencia de 341 kg/cm², la adición de 0.5% resultó en una resistencia de 354 kg/cm² y la adición de 0.75% resultó en una resistencia de 370 kg/cm².
- Con una duración de 14 días, todas las adiciones incrementaron la resistencia en comparación con el concreto estándar. La adición de un 0.25% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 393 kg/cm², la adición de un 0.5% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 400 kg/cm², y la adición de un 0.75% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 412 kg/cm².
- En el transcurso de 28 días, todas las adiciones incrementaron la resistencia en comparación con el concreto estándar. La adición de un 0.25% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 414 kg/cm², la adición de un 0.5% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 422 kg/cm² y la adición de un 0.75% de polvo de grafito incrementó la resistencia hasta 435 kg/cm².

Resultados del ensayo de r. tracción:

A los testigos de probetas de concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura se le realizaron el ensayo de r. tracción, dando los siguientes resultados:

Para una resistencia $f'c$ 210 kg/cm²:

Tabla 25 Resultados r. tracción, $f'c = 210$ kg/cm²

Muestra N°	Identificación	Fecha de Inicio Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Días	Diámetro	Longitud	Carga	f_c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	18756.5	26.5	26.47
02	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	18349.5	26.0	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	19024.1	26.9	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	21462.8	30.4	30.72
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	21584.5	30.5	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	22090.8	31.3	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	22884.7	32.4	32.53
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	22921.3	32.4	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	23180.6	32.8	
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	24946.5	35.3	34.70
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	24092.4	34.1	
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	24546.2	34.7	

fuentes 36 elaboración propia

Como se evidencia en la tabla presentada, el hormigón patrón alcanzó una resistencia de tracción media de 26.47 kg/cm², mientras que las adiciones evidenciaron una mejora en comparación con esta. La adición de un 0.25% de p. grafito resultó en una resistencia media de 30.72 kg/cm², la adición de un 0.5% de polvo de grafito resultó en una resistencia media de 32.53 kg/cm² y la adición de un 0.75% de polvo de grafito resultó en una resistencia media de 34.70 kg/cm².

A continuación, se muestra una tabla comparando las resistencias promedio obtenidas:

Ilustración 25 Resultados de resistencias



fuelle 37 elaboración propia

Para una resistencia $f'c$ 280 kg/cm²:

Tabla 26 Resultados r. tracción, $f'c = 280$ kg/cm²

Muestra N°	Identificación	Fecha de Inicio Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Días	Diametro	Longitud	Carga	f_c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	CONCRETO 280 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	22084.6	31.2	31.80
02	CONCRETO 280 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	22358.7	31.6	
03	CONCRETO 280 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	15	30	22986.1	32.5	
04	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	24543.5	34.7	35.12
05	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	24951.6	35.3	
06	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.25% Grafito	28/10/2023	25/11/2023	28	15	30	24986.3	35.3	
07	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	25092.6	35.5	35.96
08	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	25186.3	35.6	
09	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.5% Grafito	10/11/2023	08/12/2023	28	15	30	25973.8	36.7	
10	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	26208.6	37.1	37.67
11	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	26983.7	38.2	
12	CONCRETO 280 kg/cm ² + 0.75% Grafito	11/11/2023	09/12/2023	28	15	30	26694.8	37.8	

fuelle 38 elaboración propia

Como se observa en la tabla mostrada, el concreto patrón obtuvo una r. tracción prom. de 31.80 kg/cm², mientras que con las adiciones de p. grafito se puede observar una mejoría. La adición de 0.25% y 0.5% obtuvieron una r. tracción prom. similares, de 35.12 kg/cm² y 35.96 kg/cm² respectivamente, mientras que la adición de 0.75% de p. grafito obtuvo una r. tracción prom. de 37.67 kg/cm².

A continuación, se presenta un gráfico con las resistencias promedio obtenidas:

Ilustración 26 Resultados de resistencias



fuentes 39 elaboración propia

Resultados del ensayo de r. flexión:

Para la r. flexión, se ensayaron las vigas de concreto de 15 x 15 x 50 cm, dando como resultados los siguientes datos:

Para una resistencia $f'c$ 210 kg/cm²:

Tabla 27 Resultados r. flexión, $f'c = 210$ kg/cm²

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	2790	28	37.20	37.85
02	CONCRETO PATRON 210 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	2887	28	38.50	
03	CONCRETO PATRON 210 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3300	28	44.00	43.07
04	CONCRETO PATRON 210 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3160	28	42.13	
05	CONCRETO PATRON 210 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3420	28	45.60	44.93
06	CONCRETO PATRON 210 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3320	28	44.27	
07	CONCRETO PATRON 210 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3480	28	46.40	46.47
08	CONCRETO PATRON 210 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3490	28	46.53	

fuentes 40 elaboración propia

Como se observa en la tabla mostrada, el mr que alcanzó el concreto patrón fue de 37.85 kg/cm². Las adiciones de p. grafito a la mezcla mejoraron dicho resultado, La adición del 0.25% resultó en un mr de 43.07 kg/cm², el 0.5% resultó en un mr de 44.93 kg/cm² y el 0.75% resultó en un mr de 46.47 kg/cm².

Se expone posteriormente un gráfico que contrasta los hallazgos obtenidos:

Ilustración 27 Resultados de resistencias



fuentes 41 elaboración propia

Para una resistencia $f'c$ 280 kg/cm²:

Tabla 28 Resultados r. flexión, $f'c = 280$ kg/cm²

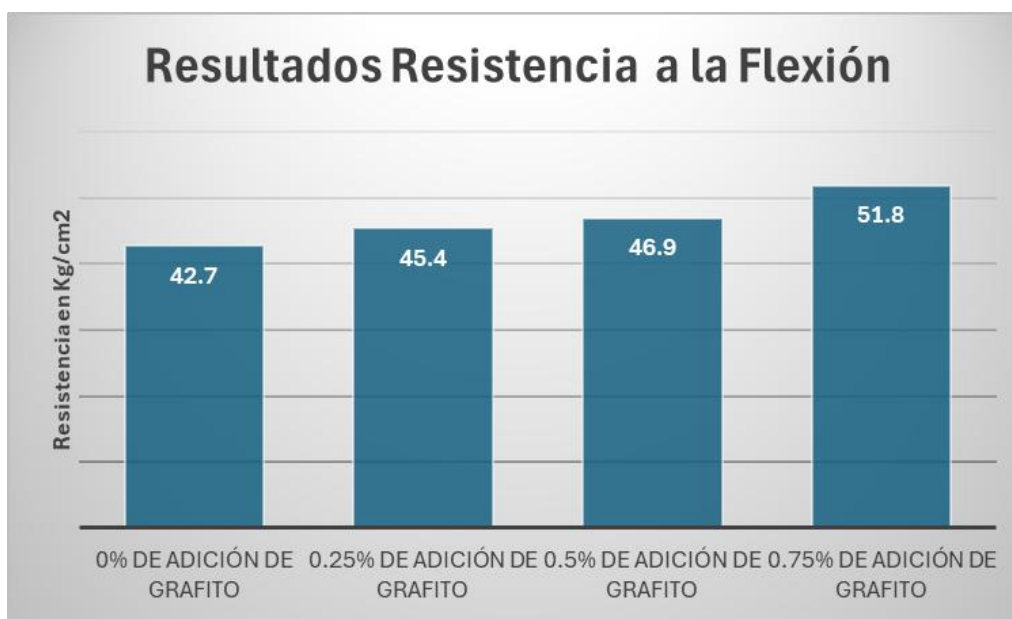
Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 280 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3060	28	40.80	42.67
02	CONCRETO PATRON 280 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3340	28	44.53	
03	CONCRETO PATRON 280 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3360	28	44.80	45.40
04	CONCRETO PATRON 280 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3450	28	46.00	
05	CONCRETO PATRON 280 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3460	28	46.13	46.85
06	CONCRETO PATRON 280 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3568	28	47.57	
07	CONCRETO PATRON 280 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3940	28	52.53	51.80
08	CONCRETO PATRON 280 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3830	28	51.07	

fuentes 42 elaboración propia

Como se evidencia en la tabla presentada, el margen de resistencia alcanzado por el concreto de referencia fue de 42.67 kg/cm². Las adiciones de p. grafito a la mezcla optimizaron el resultado, obteniendo un mr de 45.40 kg/cm², un 0.5% de 46.85 kg/cm² y un 0.75% de 51.80 kg/cm².

Se expone a continuación un gráfico que contrasta los resultados obtenidos:

Ilustración 28 Resultados de resistencias



fuentes 43 elaboración propia

Resultados del ensayo de r. abrasión:

Durante el análisis de r. abrasión, se hicieron pruebas de deterioro a discos de concreto que se cortaron de testigos de concreto con 10 x 20 cm, obteniendo los resultados siguientes:

Para una resistencia $f'c$ 210 kg/cm²:

Tabla 29 Resultados r. abrasión, $f'c = 210$ kg/cm²

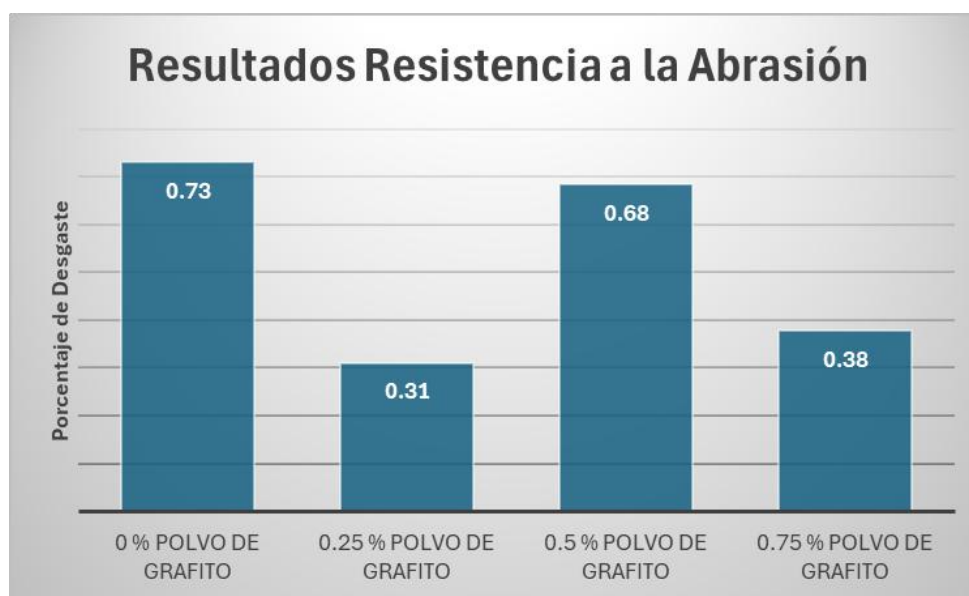
Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Tiempo Abrasión (min)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (gr)	Masa Final (gr)	Desgaste (gr)	Desgaste (%)	Desgaste Promedio (%)
M-1	PATRON 210	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	894	885.3	8.71	0.97	0.73
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	890.6	884.7	5.9	0.66	
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	902.8	897.8	5.04	0.56	
M-1	PATRON 210 + 0.25% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	918.4	916	2.4	0.26	0.31
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	907.1	905.1	2.04	0.22	
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	832.6	828.8	3.77	0.45	
M-1	PATRON 210 + 0.5% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	909.8	903.7	6.16	0.68	0.68
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	901.9	897.3	4.61	0.59	
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	873.9	869	4.93	0.78	
M-1	PATRON 210 + 0.75% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	903.6	900.1	3.57	0.4	0.38
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	896.5	893.6	2.94	0.33	
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	812.3	809	3.25	0.4	

fuentes 44 elaboración propia

Como se evidencia en la tabla presentada, el concreto patrón registró un desgaste promedio del 0.73% y, gracias a la incorporación de grafito, este desgaste experimentó una reducción. La adición de 0.25% obtuvo un desgaste de 0.31% y la adición de 0.75% obtuvo un desgaste de 0.38% viéndose una mejora importante, mientras que en la adición de 0.5% no se vio una mejora significativa obteniendo 0.68% de desgaste.

Se presenta a continuación un gráfico que ilustra los resultados obtenidos:

Ilustración 29 Resultados de resistencias



fuerza 45 elaboración propia

Para una resistencia $f'c$ 280 kg/cm²:

Tabla 30 Resultados r. abrasión, $f'c = 280$ kg/cm²

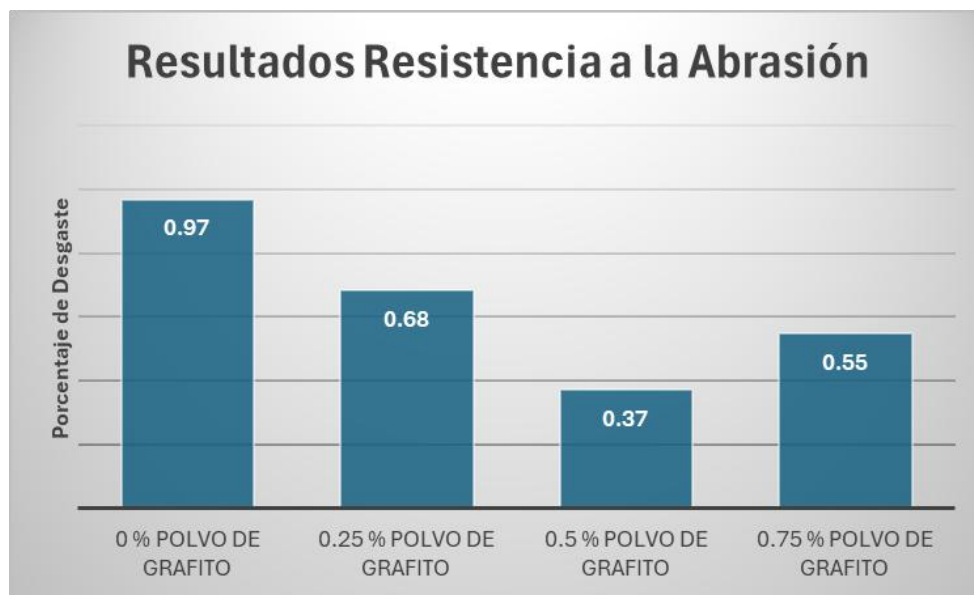
Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Tiempo Abrasión (min)	Ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (gr)	Masa Final (gr)	Desgaste (gr)	Desgaste (%)	Desgaste Promedio (%)
M-1	PATRON 280	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	887.5	879.5	8.03	0.9	0.97
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	891.7	881.9	9.82	1.1	
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	905.3	897.1	8.16	0.9	
M-1	PATRON 280 + 0.25% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	908.7	902.5	6.2	0.68	0.68
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	893.1	887.8	5.3	0.59	
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	842.1	835.5	6.6	0.78	
M-1	PATRON 280 + 0.5% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	897.6	894.5	3.01	0.34	0.37
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	905.4	901.7	3.7	0.41	
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	857.4	854.3	3.11	0.36	
M-1	PATRON 280 + 0.75% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	902.1	898	4.11	0.46	0.55
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	884.4	878.4	5.97	0.68	
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	817.8	813.6	4.12	0.5	

fuerza 46 elaboración propia

De la tabla mostrada se puede observar que el concreto patrón obtuvo un 0.97% de desgaste en la prueba y que las adiciones de polvo de grafito ayudaron a disminuir el desgaste. Las adiciones de 0.25% y 0.75% presentaron una disminución del desgaste moderada, de 0.68% y 0.55% respectivamente, mientras que la adición de 0.5% presentó una disminución del desgaste significativa, obteniendo un 0.37% de desgaste.

A continuación, se presenta una tabla con los resultados obtenidos:

Ilustración 30 Resultados resistencias



fuelle 47 elaboración propia

Ensayo de sales, cloruros y sulfatos

Este ensayo fue realizado debido a que se quería observar si la adición de polvo de grafito podría ser perjudicial para el concreto, se miden los niveles de sales, cloruros y sulfatos en el concreto con la adición mayor para determinar qué efectos tiene:

Tabla 31 Resultados sales, cloruros y sulfatos, concreto adicionado

Muestra		Concreto con Adición de Polvo de Grafito
Sales Solubles	ppm	316
Totales	%	0.03
Cloruros	ppm	195
	%	0.02
Sulfatos	ppm	79
	%	0.01

fuelle 48 laboratorio externo

En la tabla mostrada, los resultados arrojan que la presencia de sales solubles es de 316 ppm, cloruros es de 195 ppm y sulfatos es de 79 ppm.

Analisis de costos

Para aclarar si el uso de polvo de grafito en construcción es económicamente viable se realizó un APU con el fin de comparar los costos de un concreto convencional por uno que incorpora polvo de grafito.

Dichos APUS están diseñados en función a 1m³ de concreto:

Para una resistencia f'c 210 kg/cm²:

Tabla 32 C.U. de concreto patrón, f'c 210 kg/cm²

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm² (C. Patrón)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6598	25.42	220.13
Arena Gruesa	m ³		0.4737	36.90	17.48
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2181	6.14	1.34
					276.46
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuentes 50 elaboración propia

Tabla 33 C.U. de concreto con 0.25% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm² (C. Patrón con adición 0.25% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6598	25.42	220.13
Arena Gruesa	m ³		0.4737	36.90	17.48
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2181	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		0.4200	10.50	4.41
					280.87
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuentes 49 elaboración propia

Tabla 34 C.U. de concreto con 0.5% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con adición 0.5% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6598	25.42	220.13
Arena Gruesa	m ³		0.4737	36.90	17.48
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2181	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		0.8400	21.00	17.64
					294.10
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuelle 52 elaboración propia

Tabla 35 C.U. de concreto con 0.75% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con adición 0.75% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6598	25.42	220.13
Arena Gruesa	m ³		0.4737	36.90	17.48
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2181	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		1.2500	31.25	39.06
					315.52
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuelle 51 elaboración propia

Como se pueden observar el costo para 1 m³ de concreto tradicional sería de 524.04 nuevos soles, mientras que con las adiciones de p. grafito aumenta dicho costo hasta un máximo de 563.10 nuevos soles.

Para una resistencia f'c 280 kg/cm2:

Tabla 36 C.U. concreto patrón, f'c 280 kg/cm2

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 280 kg/cm2 (C. Patrón)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m3	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		10.3732	25.42	263.69
Arena Gruesa	m3		0.4377	36.90	16.15
Piedra chancada 3/4"	m3		0.7036	53.30	37.50
Agua	m3		0.2180	6.14	1.34
					318.68
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuentes 54 elaboración propia

Tabla 37 C.U. concreto con 0.25% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 280 kg/cm2 (C. Patrón con adición 0.25% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m3	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		10.3732	25.42	263.69
Arena Gruesa	m3		0.4377	36.90	16.15
Piedra chancada 3/4"	m3		0.7036	53.30	37.50
Agua	m3		0.2180	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		0.5010	12.53	6.28
					324.96
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuentes 53 elaboración propia

Tabla 38 C.U. concreto con 0.5% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 280 kg/cm ² (C. Patrón con adición 0.5% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		10.3732	25.42	263.69
Arena Gruesa	m ³		0.4377	36.90	16.15
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2180	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		1.0020	25.05	25.10
					343.78
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuelle 56 elaboración propia

Tabla 39 C.U. concreto con 0.75% de p. grafito

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 280 kg/cm ² (C. Patrón con adición 0.75% Polvo de Grafito)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		10.3732	25.42	263.69
Arena Gruesa	m ³		0.4377	36.90	16.15
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.7036	53.30	37.50
Agua	m ³		0.2180	6.14	1.34
Polvo de Grafito	kg		1.5030	37.58	56.48
					375.16
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

fuelle 55 elaboración propia

De los costos obtenidos podemos observar que 1 m³ de concreto f'c 280 kg/cm² cuesta 566.26 nuevos soles, mientras que conforme se va aumentando las adiciones el costo también aumento llegando a un máximo de 622.74 nuevos soles.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los costos de cada concreto y una gráfica de comparación:

Tabla 34 Precios de 1m³ de concreto con y sin adición de p. grafito

Descripción	Costo S/.
Concreto Patrón f'c 210 kg/cm ²	S/ 524.04
CP210 + 0.25% GP	S/ 528.45
CP210 + 0.5% GP	S/ 541.68
CP210 + 0.75% GP	S/ 563.10
Concreto Patrón f'c 280 kg/cm ²	S/ 566.26
CP280 + 0.25% GP	S/ 572.53
CP280 + 0.5% GP	S/ 591.36
CP280 + 0.75% GP	S/ 622.74

fuelle 57 elaboración propia

Ilustración 31 Costos de Concreto



fuelle 58 elaboración propia

Discusión

Es necesario aclarar que, de acuerdo a la investigación previa, no se encontraron investigaciones que evalúen las propiedades de r. tracción y r. abrasión, por lo cual solo se podrá comparar resultados de r. compresión y r. flexión.

Acorde a la investigación realizada podemos dar respuesta positiva a la pregunta de investigación y validar la hipótesis planteada como verdadera, De acuerdo con los hallazgos obtenidos, la adición de p. grafito optimiza las prop. mecánicas del hormigón. Respecto al OE1 analizar las características físicas y químicas del polvo de grafito:

Conforme a mi investigación se realizaron estudios para calcular la densidad del polvo de grafito a usar, mediante el uso de un frasco de Le Chatelier en un laboratorio externo se logró una densidad de 2.2 g/cm³ y mediante el uso de un tamiz n°200 y la ficha técnica se obtuvo un tamaño de partículas de 75 um - 45 um (0.075 mm - 0.045mm), sin embargo en la investigación realizada por **liu, Duan, Gao, ZhongruiWang, Zhang [5]**, obtuvieron que la densidad del polvo de grafito fue de 2.854 g/cm³ y teniendo un tamaño de partículas de entre 0.63 mm, esto debido a que en su investigación se buscaba reemplazar algunos agregados por lo que se buscaba tamaños de partículas un poco grandes y también se usó relaves de grafito, lo cual podría ser índice de la variación en la densidad.

Respecto al OE3 determinar la influencia que tiene el polvo de grafito en el concreto mediante los ensayos de R. Compresión, R. Tracción, R. Flexión y R. Abrasión:

Conforme a mi investigación y las adiciones de p. grafito se observó una mejora de la r. compresión y r. flexión, con una adición de 0.25% se mejoró un 14.9% para r. compresión y 13.79% para r. flexión, con una adición de 0.5% se mejoró un 18.32% para r. compresión y 18.7% para r. flexión y con una adición de 0.75% se mejoró un 20.2% para r. compresión y 22.8% para r. flexión, esto para un f'c 210 kg/cm², para un f'c 280 kg/cm², la adición de 0.25% mejoró un 9.5% para r. compresión y 6.4% para r. flexión, la adición de 0.5% mejoró un 11.6% para r. compresión y 9.8% para r. flexión y con una adición de 0.75% mejoró un 15.1% para r. compresión y 21.4% para r. flexión. Según la investigación realizada por **Al-Bayati, Butrouna [1]**, Se registró un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón en respuesta a la incorporación de grafito en polvo. Conforme a mi investigación observé que la adición de p. grafito en diferentes porcentajes mejoró la r. compresión del concreto, siendo la adición de 0.75% de grafito en polvo la que dio un mejor resultado. Sin embargo, según la investigación realizada por **Tufail, Naeem, Ahmad, Waheed, Majdi, Farooq, Maqsoom, Butt [2]**, se

realizaron adición de p. grafito en porcentajes de 0.1% y 0.5% y se observó una mejora del 43% en las pruebas de r. compresión y una mejora del 70.63%. Dichos porcentajes estarían elevados en comparación a mi investigación, en la cual para ambas resistencias no se obtuvo una mejora superior al 30%, esto debido quizá al tipo de polvo de grafito usado en ambas investigaciones.

Conclusiones

- Según los datos obtenidos del análisis de las características físicas y químicas del polvo de grafito observados que es un material de partículas muy pequeñas, pasando por el tamiz n° 200 de un tamaño de agujeros de 75 μm , posee una densidad de 2.2 gr/cm^3 .
- Según investigación no existe como tal un ensayo químico que pueda demostrar que al adicionar polvo de grafito ocurra una reacción negativa a la hora de realizar la mezcla, sin embargo, según lo estipulado por la NTP 400.037 (2018) [14], la presencia de carbón en el concreto no deberá ser mayor 1%, por tal motivo se decidió usar porcentajes menores de adición garantizando que no ocurrirá ninguna reacción negativa. También se realizó un estudio de sales, cloruros y sulfatos al concreto con adición de polvo de grafito con el fin de analizar si los parámetros de dichas sustancias se encontrarían dentro de lo usual, dando como resultado que la presencia de dichas sustancias a la mezcla eran bajas demostrando que la adición de p. grafito no perjudicaría la mezcla de concreto.
- Conforme los datos obtenidos podemos concluir que las incorporaciones de p. grafito optimizaron las propiedades mecánicas del hormigón:
 - Para la resistencia $f'c$ 210 kg/cm^2 la r. compresión con las adiciones de 0.25%, 0.5% y 0.75% de p. grafito obtuvieron una mejora de 14.9%, 18.32% y 20.2% con respecto al patrón respectivamente, para la r. flexión se obtuvo una mejora de 13.79%, 18.7% y 22.8% respectivamente con respecto al patrón, para la r. tracción obtuvieron una mejora de 16.1%, 22.9% y 31.1% respectivamente con respecto al patrón y para la r. abrasión la mezcla patrón obtuvo un 0.73% de desgaste mientras que las adiciones de 0.25%, 0.5% y 0.75% obtuvieron 0.31%, 0.68% y 0.38% respectivamente.
 - Para la resistencia $f'c$ 280 kg/cm^2 la r. compresión con las adiciones de 0.25%, 0.5% y 0.75% de p. grafito obtuvieron una mejora de 9.5%, 11.6% y 15.1% con respecto al patrón respectivamente, para la r. flexión se obtuvo una mejora de 6.4%, 9.8% y 21.4% respectivamente con respecto al patrón, para la r. tracción obtuvieron una mejora de 10.4%, 13.1% y 18.5% respectivamente con respecto al patrón y para la r. abrasión la mezcla patrón obtuvo un 0.97% de desgaste mientras que las adiciones de 0.25%, 0.5% y 0.75% obtuvieron 0.68%, 0.37% y 0.55% respectivamente.

- De acuerdo con los hallazgos obtenidos, se puede inferir que todas las adiciones de p. grafito optimizaron las prop. mecánicas del concreto, con la adición de un 0.75% de polvo de grafito proporcionando los resultados más favorables.
- Comparando los resultados de los costos por 1 m³ observamos que varían dependiendo de la adición de p. grafito y la resistencia de este, 1 m³ de concreto convencional f'c 210 kg/cm² cuesta aprox. 524.04 nuevos soles, con la adición de 0.25% cuesta 528.45 nuevos soles, con la adición de 0.5% cuesta 541.68 nuevos soles y con la adición de 0.75% cuesta 563.10 nuevos soles; 1 m³ de concreto convencional f'c 280 kg/cm² cuesta aprox. 566.26 nuevos soles, con la adición de 0.25% cuesta 572.53 nuevos soles, con la adición de 0.5% cuesta 591.36 nuevos soles y con la adición de 0.75% cuesta 622.74 nuevos soles, de estos podemos deducir que los costos aumentan con las adiciones de p. grafito pero mejora las resistencias del mismo así que se podría considerar una inversión factible.

Recomendaciones

- Para investigaciones futuras si se planea usar el polvo de grafito se recomienda realizar un estudio de características físicas y químicas de este, debido a que el grafito que se adquiriera en su momento puede presentar diferencias físicas como el tamaño de partículas y la densidad.
- Si a futuro se planea usar el polvo de grafito se recomienda seguir lo estipulado por la norma y respetar los límites permitidos de dicha sustancia en el concreto, siendo 1% como máximo, para evitar reacciones perjudiciales para el concreto.
- Se recomienda el uso de polvo de grafito para construcciones debido a que es económico y brinda una mejora en las propiedades del concreto, además de disminuir el desgaste generado en la r. abrasión lo cual sería útil cuando se desee diseñar un pavimento.
- Si se planea utilizar polvo de grafito en una futura investigación se recomienda el uso de la adición de 0.75%, debido a que dicha adición presentó los mejores resultados, dando un aumento considerable en las resistencias.
- Se recomienda evaluar los beneficios de la adición de p. grafito al concreto, el costo por m³ de concreto es mayor, pero al ser un elemento que ayuda a mejorar las propiedades mecánicas sería factible su uso.

Referencias

- [1] A. Al-Bayati, K. Butrouna, R. E. Steffen, B. Salman, M. Al-Qaralleh, “Utilizing Graphite Powder to Improve Concrete Conductivity, Compressive Strength, and Workability”, *Researchgate*, marzo 2020. [En Línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/341135571_Utilizing_Graphite_Powder_to_Improve_Concrete_Conductivity_Compressive_Strength_and_Workability.
- [2] R. F. Tufail, M. H. Naeem, J. Ahmad, H. Waheed, A. Majdi, D. Farooq, A. Maqsoom, F. Butt, “Evaluation of the fresh and mechanical properties of nano-engineered self compacting concrete containing graphite nano/micro platelets”, *ScienceDirect*, mayo 2022. [En Línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522002972?via%3Dihub>.
- [3] W. He, W. Hao, X. Meng, P. Zhang, X. Sun, Y. Shen, “Influence of Graphite Powder on the Mechanical and Acoustic Emission Characteristics of Concrete,” *MDPI*, vol. 12, no. 1, p. 18, diciembre 2021, [En Línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12010018>
- [4] H. Duan, H. Liu, B. Li, Z. Wang, and H. Gao, “Mechanical Properties and Mechanism Analysis of Graphite Tailings Environment-Friendly Concrete,” *MDPI*, vol. 15, no. 24, p. 8870, diciembre 2022, [En Línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ma15248870>
- [5] H. Liu, H. Duan, H. Gao, Z. Wang, and J. Zhang, “Graphite Tailings’ Effects on Mechanical and Physical Properties of Eco-Efficient Steel Fiber-Reinforced Concrete,” *MDPI*, vol. 12, no. 5, p. 509, abril 2022, [En Línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12050509>
- [6] A. Flores-Nicolás, M. Flores-Nicolás, J. Uruchurtu-Chavarín, “Efecto de la corrosión del concreto reforzado con adición de polvo de grafito y su evaluación en sus propiedades físicoquímicas”, *ALCONPAT*, vol. 1, no. 1, enero 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/501>
- [7] Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (2019), Norma E.060 “CONCRETO ARMADO”
- [8] Norma Técnica Peruana NTP 400.011 (2008) “AGREGADOS: Definición y Clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto)”.
- [9] Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2018) “AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”

- [10] Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2015) “CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.
- [11] Norma Técnica Peruana NTP 339.078 (2012) “CONCRETO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo”.
- [12] Norma Técnica Peruana NTP 339.084 (2012) “CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión dimensional de una probeta cilíndrica”
- [13] ASTM C944 / C944M – 12 “Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method”
- [14] Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2018) “Agregados para Concreto. Requisitos”

Anexos

Anexo 1 Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	INDICADORES
¿Qué influencia tiene el polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto?	El polvo de grafito como aditivo para el concreto mejorará sus propiedades mecánicas	Determinar la influencia que tiene la adición de polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto	Variable independiente (X): Polvo de Grafito	Porcentaje de dosificación de polvo de grafito al concreto
				Resistencia a la compresión
		OBJETIVOS ESPECIFICOS		
		Analizar las características físicas y químicas del polvo de grafito.	Variable dependiente (Y): Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la flexión
		Realizar un ensayo para determinar la reacción química que puede haber en la mezcla de concreto.		Resistencia a la tracción
		Determinar la influencia que tiene el polvo de grafito en el concreto mediante los ensayos de R. Compresión, R. Tracción, R. Flexión y R. Abrasión.		Resistencia a la abrasión
		Realizar una comparativa de los resultados obtenidos en los ensayos en base a la adición de polvo de grafito en diversas dosificaciones (0.25%, 0.5%, 0.75%)		
			INTERVINIENTE 1 (Resistencia a la compresión)	F _c = 210
		F _c = 280		
Análisis de la viabilidad del uso de polvo de grafito como nuevo elemento en la elaboración del concreto.	INTERVINIENTE 2 (Tipo de Cemento)	Cemento Portland Tipo 1		

fuentes 59 elaboración propia

*Anexo 2 Declaración Jurada***DECLARACIÓN JURADA**

Yo, **RODAS GONZALES DIEGO ALONZO**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N°**70658164**, domiciliado en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de tesis, Ciclo Académico 2023-I. DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **ANALISIS DE LA INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**, de verificarse si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, según corresponda.

Chiclayo, 20 de junio del 2023

X



Rodas Gonzales Diego Alonzo
70658164

Anexo 3 Validación de ensayos de laboratorio



 Universidad Católica
 Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 052-2024-I
 FECHA: 24 de mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Diego Alonzo Rodas Gonzales

TITULO DE LA TESIS: Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad (agregado fino y grueso)
- Granulometría (agregado fino y grueso)
- Pesos Unitarios (agregado fino y grueso)
- Peso Específico y Absorción
- Ensayo de Resistencia a Compresión
- Ensayo de Resistencia a Tracción
- Ensayo de Resistencia a Flexión
- Ensayo de Resistencia a la Abrasión
- Ensayo Densidad (Polvo de Grafito)
- Ensayo de Sales, Cloruros y Sulfatos

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



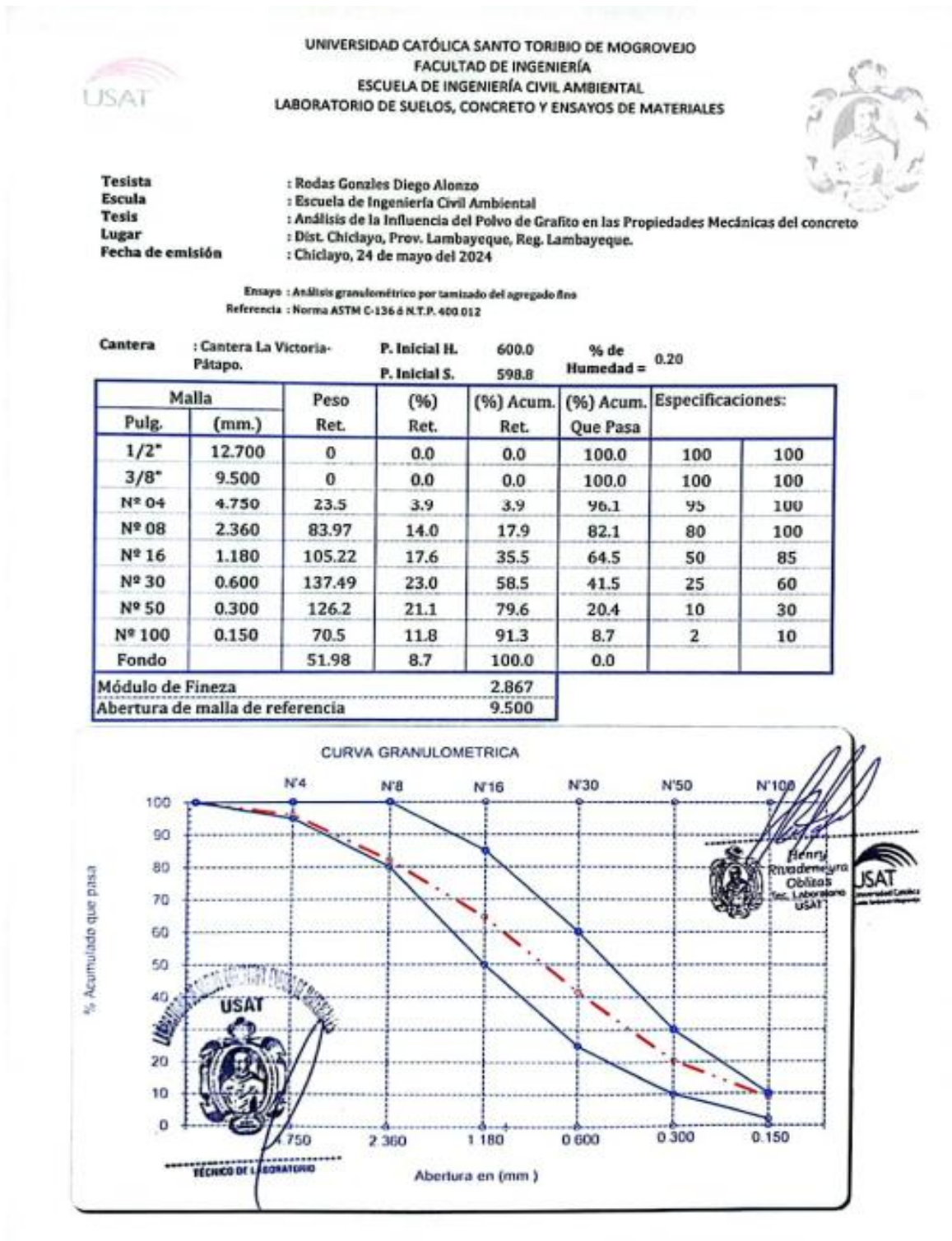
TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

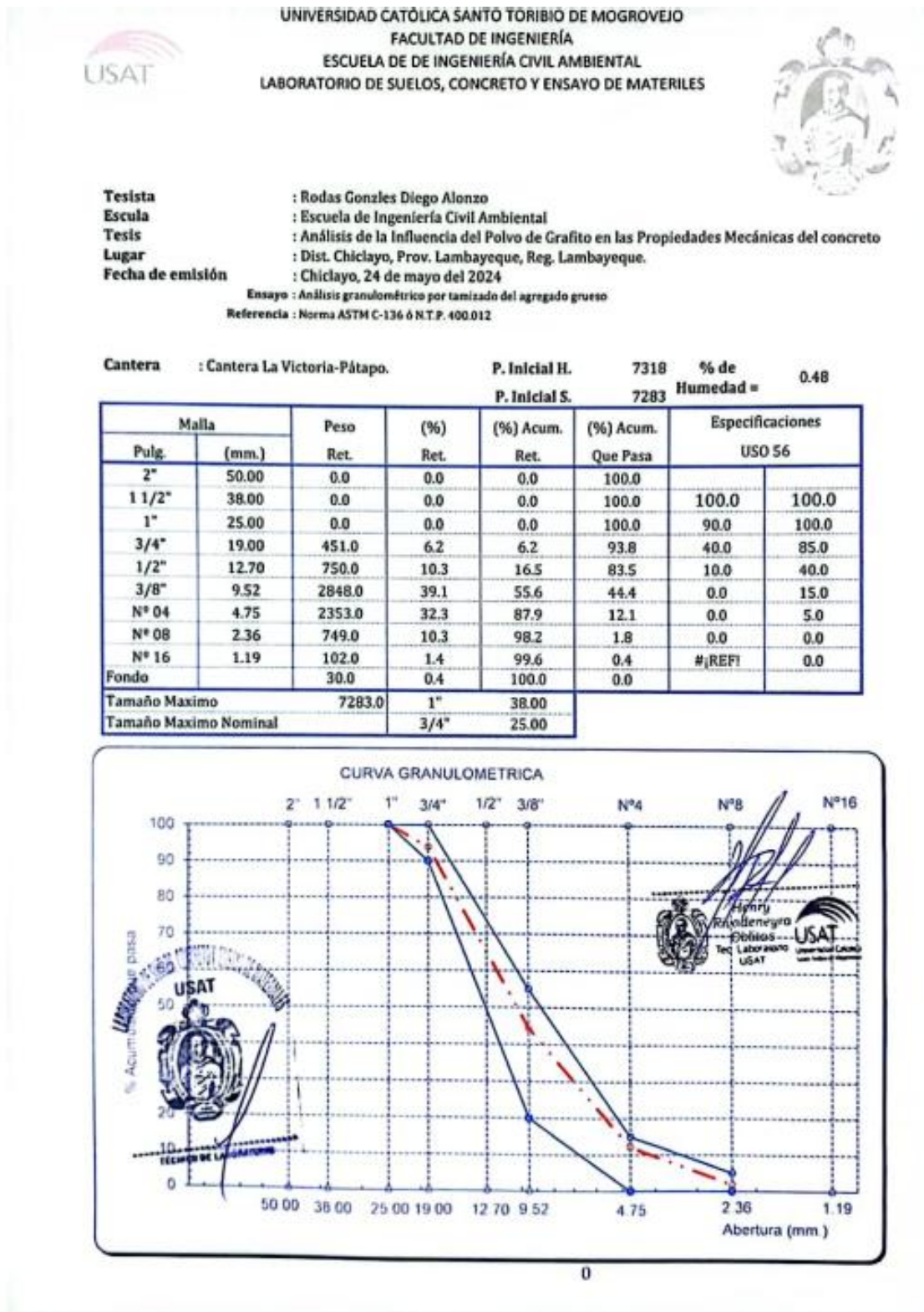
fuentes 60 formato laboratorio - USAT

Anexo 4 Granulometría y curva gran. del agr. fino



fuelle 61: elaboración propia



Anexo 5 Granulometría y curva gran. del agr. grueso



fuentes 62 elaboración propia

Anexo 6 Cont. Humedad (agr. grueso y fino)

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesista : Rodas Gonzles Diego Alonzo
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de mayo del 2024

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	600	600
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	598.81	598.81
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.20	0.20
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.20	


Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.


I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	7318	7318
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	7283	7283
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.48	


Observaciones :



TÉCNICO DE LABORATORIO




Henry Rivasdeneyra Oballos
Tec. Laboratorio USAT




0

fuelle 63 elaboración propia

Anexo 7 Peso Espec. y absorción (agr. grueso y fino)



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de mayo del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	1008.1	1008.1
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.35	701.35
3.- Peso del Agua	(g)	306.72	306.72
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	699.4	699.4
5.- Peso del Frasco	(g)	201.35	201.35
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.577
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.587
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.603
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.39


Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.


1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1486	1486
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1510	1510
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car	(g)	1830	1830
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	960	960

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.701
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.745
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.826
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.63




TÉCNICO DE LABORATORIO




Henry Riosdenegra Obillos
Tec. Laboratorio
USAT

fuentes 64 elaboración propia

Anexo 8 Peso unitario agr.grueso y cont. humedad



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJÓ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzles Diego Alonzo
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de mayo del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7504	7484
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7504	7484
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1378	1375
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1370	


B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8604	8594
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8604.0	8594.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1581	1579
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1572	


Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD


A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	7318	7318
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	7283	7283
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.48	



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivasdeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



fuelle 65 elaboración propia

Anexo 9 Peso unitario agr. fino y cont. humedad



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzles Diego Alonzo
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de mayo del 2024

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	8996
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8990	8996
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1640	1642
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1638	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9830	9826
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9830	9826
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1794	1793
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1790	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185


C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	600	600
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	598.81	598.81
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.20	



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

Anexo 10 carta de autorización

 <p>LEMS W&C E.I.R.L. Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios</p>	<p>Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswycerl@gmail.com</p>	
<p>CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Chiclayo, 22 de mayo del 2024</p>		
<p>Quien suscribe: Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.</p>		
<p>AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto".</p>		
<p>Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. AUTORIZO al estudiante Diego Alonzo Rodas Gonzales identificado con DNI N° 70658164 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado "Influencia del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.</p>		
<p>Ensayos realizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio - ASTM C944-12 (24 muestras) - MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND. N.T.P. 334.005-2011 (1) 		
<p>Atentamente.</p>		
		

fuelle 67 formato laboratorio externo

Anexo 11 Densidad P. grafito



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

INFORME

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
 Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO

Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
 Inicio de ensayo : Jueves, 23 de noviembre del 2023
 Fin de ensayo : Jueves, 23 de noviembre del 2023

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier
 Termómetro digital
 Balanza digital

MATERIAL : GRAFITO EN POLVO

L.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.20
-----------------------------	-----------------------	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .



fuelle 68 laboratorio externo

Anexo 12 Ensayo Sales, Cloruros y Sulfatos

AMAZING
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ENSAYO N° 1510

EXPEDIENTE N° 1407 - 2024 L.E.M. AMAZING S.A.C


DATOS DEL CLIENTE
TESISTA : RODAS GONZALES DIEGO ALONZO
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO"


Referencia:
 NTP 399.152 :2002 - Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sst de suelo y agua subterránea.
 NTP 339.177 :2002 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 NTP 339.178 :2003 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.


Tipo de Análisis : Análisis Químico


	MUESTRA	GRAFITO			
Sales Solubles Totales	ppm	316			
	%	0.03			
Cloruros Cl ⁻	ppm	195			
	%	0.02			
Sulfatos SO ₄ ²⁻	ppm	79			
	%	0.01			


Observaciones:
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




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


 TEC. LABOR. DE ENSAYO DE MATERIALES


 Henry Riosdenegru Oblass
 Tec. Laboratorio USAT



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☎ C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889

fuente 69 laboratorio externo

Anexo 13 Hoja Técnica P. Grafito



GRAFITO

HOJA TÉCNICA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Producto de gran calidad con un alto porcentaje de carbón fijo. Se utiliza en sistema de puesta a tierra, en la fabricación de lápices, electrodos, etc. su uso es principalmente para las industrias de la construcción y eléctricas.

- Apariencia : Polvo
- Color : Oscuro, negro

ANÁLISIS INMEDIATO

	Método	Típico	Rango	Unidad
CARBÓN FIJO	LAB-PR-034	70.23	65.0 a 75.0	%
CENIZAS	LAB-PR-034	26.92	20.0 a 32.0	%
VOLÁTILES	LAB-PR-034	2.24	1.0 a 3.5	%
HUMEDAD	LAB-PR-034	0.61	0.1 a 1.5	%

PROPIEDADES FÍSICAS

	Método	Típico	Rango	Unidad
Residuo en Tamiz N° 325 (45 µm)	LAB-PR-018	7.57	15.00 max	%

ALMACENAJE

- Almacenar en lugares frescos y secos, para garantizar el rendimiento y propiedades del producto.



fuentes 70 distribuidora - laboratorio externo

Anexo 14 calibración de instrumentos

		<h2 style="color: red;">PERUTEST S.A.C.</h2> <p>VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721</p>
<p><i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Fuerza</i></p>		<h3>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</h3> <h4>PT - LF - 056 - 2023</h4>
Página 1 de 3		
<p>1. Expediente</p> <p>2. Solicitante</p> <p>3. Dirección</p> <p>4. Equipo</p> <p> Capacidad</p> <p> Marca</p> <p> Modelo</p> <p> Número de Serie</p> <p> Procedencia</p> <p> Identificación</p> <p> Indicación</p> <p> Marca</p> <p> Modelo</p> <p> Número de Serie</p> <p> Resolución</p> <p> Ubicación</p> <p>5. Fecha de Calibración</p>	<p>1912-2023</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.</p> <p>CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</p> <p>PRENSA MULTIUSOS</p> <p>5000 kgf</p> <p>FORNEY</p> <p>7691F</p> <p>2491</p> <p>U.S.A.</p> <p>NO INDICA</p> <p>DIGITAL</p> <p>OHAUS</p> <p>DEFENDER 300</p> <p>NO INDICA</p> <p>0.1 kgf</p> <p>NO INDICA</p> <p>2023-03-01</p>	<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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</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>
<p>Fecha de Emisión</p> <p>2023-03-02</p> 	<p>Jefe del Laboratorio de Metrología</p>  <p>JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA</p>	 <p>Sello Henry Rivadeneyra Oblitas Tec. Laboratorio USA</p>  
<p>☎ 913 028 621 / 913 028 622</p> <p>☎ 913 028 623 / 913 028 622</p> <p>🌐 www.perutest.com.pe</p>	<p>📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima</p> <p>✉ ventas@perutest.com.pe</p> <p>🏢 PERUTEST SAC</p>	

fuente 71 laboratorio externo



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 - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

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

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 9001-1



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

☎ 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 - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				F _{Promedio} (kgf)
%	F _i (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	Patrón de Referencia	
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7	
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8	
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6	
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3	
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5	
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4	
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8	
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8	
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1	
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3	
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0.00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, lo que 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 las variaciones a largo plazo.



☎ 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 - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
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
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

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión 2023-03-02

TÉCNICO DE LABORATORIO

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Henry Rivas Obilias
Téc. Laboratorio
USAT

Sello

PERUTEST S.A.C.
LABORATORIO
PERÚ

☎ 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 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 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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (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			Diferencia Máxima		
	Error Máximo Permisible			Error Máximo Permisible		
	8			8		
	200			300		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

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

* Valor entre 0 y 10e

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

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

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

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

Lectura corregida

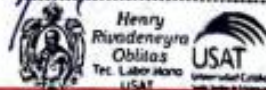
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

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 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

Anexo 15 Resultados r. compresión concreto f_c 210 kg/cm²

USAT

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto "



Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024


Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	280
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	280
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	284
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	297
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	298
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	290
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	316
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	324
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	325

OBSERVACIONES :

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

 
Henry Rivadeneyra Obillas
Tec. Laboratorio USAT

 USAT
Universidad Católica
Lambayeque

fuentes 72 elaboración propia

Anexo 16 Resultados r. compresión concreto con 0.25% p. grafito

USAT

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto "

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	Fc kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	292
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	296
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	09/11/2023	7	292
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	323
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	325
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	16/11/2023	14	326
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	367
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	379
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	02/11/2023	30/11/2023	28	363

OBSERVACIONES :

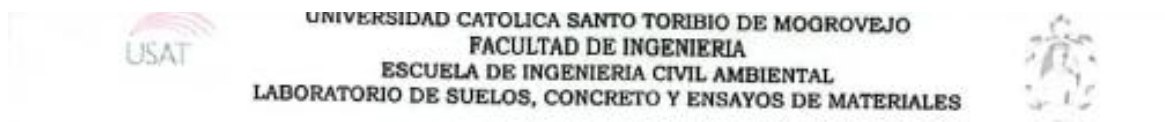
- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

fuate 73 elaboración propia

Anexo 17 Resultados r. compresión concreto con 0.5% p. grafito



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto "

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	291
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	300
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	294
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	338
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	341
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	344
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	379
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	385
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	378

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



fuentes 74 elaboración propia

Anexo 18 Resultados r. compresión concreto con 0.75% p. grafito

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	343
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	333
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	17/11/2023	7	320
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	356
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	344
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	24/11/2023	14	353
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	383
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	394
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	10/11/2023	08/12/2023	28	383

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.

Henry Rivasdenegra Obitos
Tec. LABORATORIO USAT
USAT Universidad Católica del Perú



fuelle 75 elaboración propia

Anexo 19 Resultados r. compresión concreto f_c 280 kg/cm²



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	316
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	313
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	19/10/2023	7	314
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	352
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	357
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	26/10/2023	14	368
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	378
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	377
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	12/10/2023	09/11/2023	28	377

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Ceballos
 Tec. Laboratorio USAT



fuate 76 elaboración propia

Anexo 20 Resultados r. compresión concreto con 0.25% p. grafito

USAT

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	340
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	339
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	10/11/2023	7	343
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	390
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	388
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	17/11/2023	14	401
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	412
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	419
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	03/11/2023	01/12/2023	28	410

OBSERVACIONES :

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



Henry Ruedenegría Oblass
Tec. Laboratorio USAT

fuelle 77 elaboración propia

Anexo 21 Resultados r. compresión concreto con 0.5% p. grafito

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	346
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	352
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	15/11/2023	7	365
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	396
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	399
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	22/11/2023	14	404
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	415
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	430
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/11/2023	06/12/2023	28	420

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto "

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.

 
 Henry Ruadeneiro Obillos
 Ing. Laboratorio USAT

fuelle 78 elaboración propia

Anexo 22 Resultados r. compresión concreto con 0.75% p. grafito



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rodas Gonzales Diego Alonzo
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto "

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	367
02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	381
03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	18/11/2023	7	362
04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	403
05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	418
06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	25/11/2023	14	413
07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	434
08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	440
09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	11/11/2023	09/12/2023	28	431


OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.





Henry Rivasdeygra Obillos
Tec. Laboratorio USAT


Anexo 23 Resultados r. tracción concreto sin y con adiciones, f'c 210 kg/cm²



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA: : Rodas Gonzales Diego Alonzo
UNIVERSIDAD: : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto: : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"
Lugar: : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Título: : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas


Código: : ASTM C-39/39M -2004
Título: : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$f_c = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi \times d^2 \times h / 4}$


Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	18756.5	27
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	18349.5	26
CP-03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19024.1	27
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	21462.8	30
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	21584.5	31
CP-06	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	22090.8	31
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	22884.7	32
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	22921.3	32
CP-09	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	23180.6	33
CP-10	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	24946.5	35
CP-11	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	24092.4	34
CP-12	CONCRETO 210 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	24546.2	35

OBSERVACIONES :

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



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Obillas
Téc. Laboratorio USAT

fuentes 80 elaboración propia

Anexo 24 Resultados r. tracción concreto sin y con adiciones, f_c 280 kg/cm²

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA: : Rodas Gonzales Diego Alonzo
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-393M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{(2xP)}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f_c (Kg/cm ²)
CP-01	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	22084.6	31
CP-02	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	22358.7	32
CP-03	CONCRETO 280 kg/cm ² +0% DE POLVO DE GRAFITO	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	22986.1	33
CP-04	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	24543.5	35
CP-05	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	24951.6	35
CP-06	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.25% DE POLVO DE GRAFITO	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	24986.3	35
CP-07	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	25092.6	35
CP-08	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	25186.3	36
CP-09	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.5% DE POLVO DE GRAFITO	08/04/2024	06/05/2024	28	15	30	25973.8	37
CP-10	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26208.6	37
CP-11	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26983.7	38
CP-12	CONCRETO 280 kg/cm ² +0.75% DE POLVO DE GRAFITO	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26694.8	38

OBSERVACIONES :

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



Henry Rindonegra Obitos
Téc. Laboratorio USAT




Anexo 25 Resultados r. flexión concreto sin y con adiciones, f_c 210 kg/cm²



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Asistido: Rojas González Diego Alonso
Atención: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto: "Análisis de la Influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
Fecha de presentación: Chiclayo, 22 de mayo del 2024
Norma: N.T.P. 399.078 - 2012
Título: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
N°		Curado	Ensayo	(Kg)			
01	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	2790	28	37.20	37.85
02	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	2887	28	38.50	
03	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3300	28	44.00	43.07
04	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3160	28	42.13	
05	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3420	28	49.00	44.93
06	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3320	28	44.27	
07	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3480	28	48.40	45.47
08	CONCRETO PATRÓN 210 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3490	28	46.53	

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI 0004 : 1993)




 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. LABORATORIO USAT


fuelle 82 elaboración propia

Anexo 26 Resultados r. flexión concreto sin y con adiciones, f'c 280 kg/cm²



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesis: Rodas Gonzalez Diego Alanis
 Atención: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto: "Análisis de la influencia del Polvo de Grafito en las Propiedades Mecánicas del Concreto"
 Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de presentación: Chiclayo, 22 de mayo del 2024
 Norma: N.T.P. 399.078 - 2012
 Título: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Arquedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3060	28	40.80	42.67
02	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3340	28	44.53	
03	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3360	28	44.80	45.40
04	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.25% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3450	28	46.00	
05	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3460	28	46.13	46.85
06	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.5% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3568	28	47.57	
07	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3940	28	52.53	51.80
08	CONCRETO PATRÓN 280 CON 0.75% DE POLVO DE GRAFITO	24/04/2024	22/05/2024	3030	28	51.07	

OBSERVACIONES

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)



fuelle 83 elaboración propia

Anexo 27 Resultados r. abrasión concreto f_c 210 kg/cm²

LEMS W&C EIRL

RNP - Servicios 50608589

Protección Biológica N.º 25

Chilayo - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
 Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
 Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024
 Fin de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRÓN -210 kg/cm ² -28 d	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	894.0	885.3	8.71	0.97
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	890.6	884.7	5.88	0.66
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	902.8	897.8	5.04	0.56

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO CLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 21504

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICANO
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

fuelle 84 laboratorio externo

Anexo 28 Resultados r. abrasión concreto con 0.25% p. grafito



Prolongación Dolores Km 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20490781334
Email: services@lemsgw.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
Inicio de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 210 + 0.25% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	918.4	916.0	2.40	0.26
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	907.1	905.1	2.04	0.22
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	832.6	828.8	3.77	0.45

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

 LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
T.T.C. EN SAJOS DE MATERIALES Y SUELOS

 LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 245004


USAT
LABORATORIO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS

TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Ricalde Reyna
Obtuso
Tec. LABORATORIO
USAT


fueron 85 laboratorio externo

Anexo 29 Resultados r. abrasión concreto con 0.5% p. grafito



Protección Bobines Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 26480781334
Email: servicios@lemswc.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
Inicio de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaclado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 210 + 0.50% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	909.8	903.7	6.16	0.68
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	901.9	897.3	4.61	0.51
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	873.9	869.0	4.93	0.56

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

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

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246504

USAT
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE CHICLAYO
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdeneyra Obilitas
Tec. Laboratorio USAT

fuate 86 laboratorio externo

Anexo 30 Resultados r. abrasión concreto con 0.75% p. grafito



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20480761334

Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

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

Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023

Inicio de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Miércoles, 15 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 210 + 0.75% POLVO DE GRAFITO	17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	803.6	800.1	3.57	0.40
M-2		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	898.5	893.6	2.94	0.33
M-3		17/04/2024	15/05/2024	28	2	3	98	812.3	809.0	3.25	0.40

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.

 WILSON ARTURO CLAYA AGUILAR
 T.T.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 245549

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPIC
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Riondevyra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT


fuentes 87 laboratorio externo

Anexo 31 Resultados r. abrasión concreto f_c 280 kg/cm²

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
Inicio de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRÓN -280 kg/cm ² -28 d	16/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	887.5	879.5	8.03	0.90
M-2		16/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	891.7	881.9	9.82	1.10
M-3		16/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	905.3	897.1	8.16	0.90

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL


 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Henry Rivas
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

fuelle 88 laboratorio externo

Anexo 32 Resultados r. abrasión concreto con 0.25% p. grafito



Prolongación Basagres Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 2540781334
Email: servicios@lems-wc.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

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

Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023

Inicio de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Variado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 280 + 0.25% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	908.7	902.5	6.16	0.68
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	893.1	887.8	5.28	0.59
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	842.1	835.5	6.58	0.78

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 REC. FÍSICOS DE MATERIALES Y SUELOS

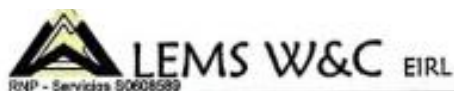

 MIGUEL ANGELO RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 241.114




 Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


fuerce 89 laboratorio externo

Anexo 33 Resultados r. abrasión concreto con 0.5% p. grafito



Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20482761334
Email: servicios@lemsgwac.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

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

Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023

Inicio de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Variado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 260 + 0.50% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	897.6	894.5	3.01	0.34
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	905.4	901.7	3.70	0.41
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	857.4	854.3	3.11	0.36

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

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

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP. 246544

USAT
UNIVERSIDAD SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivedencya Obillos
Tec. Laboratorio USAT
USAT
UNIVERSIDAD SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

fuelle 90 laboratorio externo

Anexo 34 Resultados r. abrasión concreto con 0.75% p. grafito



Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20460781234
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 2311A_23/ LEMS W&C
Solicitante : RODAS GONZALES, DIEGO ALONZO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL POLVO DE GRAFITO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 23 de noviembre del 2023
Inicio de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Jueves, 16 de mayo del 2024

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	PATRON 280 + 0.75% POLVO DE GRAFITO	18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	802.1	898.0	4.11	0.46
M-2		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	884.4	878.4	5.97	0.68
M-3		18/04/2024	16/05/2024	28	2	3	98	817.8	813.6	4.12	0.50

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
ING. EN CIENCIAS DE INGENIERÍA Y MINERÍA



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL




Henry Rivadeneyra Obitos
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica del Perú

fuate 91 laboratorio externo