



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del
concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo - 2021”

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

AUTOR:

Santisteban Tepo, Marco Raul (ORCID: 0000-0001-7673-1166)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

CHICLAYO - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres, hermanos, esposa e hija, que siempre han estado brindándome su apoyo incondicional. Ellos me motivan a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque él es el que guía mis pasos brindándome salud que es lo más importante para seguir adelante; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento; a mi esposa por la enorme comprensión y apoyo incondicional, a mi amada hija ya que ella es la que me motiva a cumplir mis metas para darle una mejor calidad de vida.

A mis docentes universitarios, pero en especial a mi asesor de tesis el Dr. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana; quién con su vasta y extensa experiencia pude lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen | ix |
| Abstract..... | x |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 33 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación..... | 33 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 33 |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo..... | 35 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos..... | 36 |
| 3.5. Procedimientos..... | 38 |
| 3.6. Métodos de Análisis de datos..... | 50 |
| 3.7. Aspectos Éticos..... | 52 |
| IV. RESULTADOS..... | 53 |
| V. DISCUSIÓN..... | 101 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 113 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 114 |
| REFERENCIAS..... | 115 |
| ANEXOS..... | 120 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 01. <i>Propiedades físicas del grafito.....</i> | 13 |
| Tabla 02. <i>Ingredientes del Cemento.....</i> | 16 |
| Tabla 03. <i>Numero de testigos cilíndricos de acuerdo a la cantidad de ensayos.....</i> | 36 |
| Tabla 04. <i>Numero de muestras prismáticas de acuerdo a la cantidad de ensayos.....</i> | 36 |
| Tabla 05. <i>Materiales explotados por la cantera La Victoria.....</i> | 39 |
| Tabla 06. <i>Materiales explotados por la cantera Tres tomas.....</i> | 40 |
| Tabla 07. <i>Materiales explotados por la cantera Cojal.....</i> | 41 |
| Tabla 08. <i>Materiales explotados por la cantera Arica.....</i> | 42 |
| Tabla 09. <i>Diseño de mezcla con la adición de aditivo + polvo de grafito kg/m³.....</i> | 43 |
| Tabla 10. <i>Componentes para la elaboración de concreto patrón en peso.....</i> | 44 |
| Tabla 11. <i>Componentes para la elaboración de concreto + 0.05% polvo de grafito.....</i> | 45 |
| Tabla 12. <i>Componentes para la elaboración de concreto + 0.06% polvo de grafito.....</i> | 45 |
| Tabla 13. <i>Componentes para la elaboración de concreto + 0.07% polvo de grafito.....</i> | 45 |
| Tabla 14. <i>Componentes para la elaboración de concreto + 0.08% polvo de grafito.....</i> | 46 |
| Tabla 15. <i>Componentes para la elaboración de concreto + 0.09% polvo de grafito.....</i> | 46 |
| Tabla 16. <i>Asentamientos del concreto patrón y dosificaciones.....</i> | 56 |
| Tabla 17. <i>Densidad del concreto para diferentes dosificaciones.....</i> | 58 |
| Tabla 18. <i>Contenido de aire para diferentes dosificaciones.....</i> | 60 |
| Tabla 19. <i>Esfuerzo a la compresión a los 7 días</i> | 63 |
| Tabla 20. <i>Esfuerzo a tracción por compresión diametral a los 7 días.....</i> | 65 |
| Tabla 21. <i>Resistencia a la compresión a los 14 días.....</i> | 67 |
| Tabla 22. <i>Resistencia a la tracción por compresión diametral a los 14 días.....</i> | 69 |
| Tabla 23. <i>Resistencia a la compresión a los 28 días.....</i> | 71 |
| Tabla 24. <i>Resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días.....</i> | 73 |
| Tabla 25. <i>Resistencia a la flexión a los 28 días.....</i> | 75 |
| Tabla 26: <i>Prueba de normalidad – Slump.....</i> | 77 |
| Tabla 27: <i>Prueba de muestras independientes – Slump.....</i> | 78 |
| Tabla 28: <i>ANOVA - Asentamiento (Slump).....</i> | 79 |
| Tabla 29: <i>Comparaciones múltiples – Slump.....</i> | 80 |
| Tabla 30: <i>Prueba de normalidad - Densidad (Kg/m³).....</i> | 81 |
| Tabla 31: <i>Prueba de muestras independientes - Densidad (Kg/m³).....</i> | 82 |
| Tabla 32: <i>ANOVA - Densidad (Kg/m³).....</i> | 83 |
| Tabla 33: <i>Comparaciones múltiples - Densidad (Kg/m³)</i> | 83 |
| Tabla 34: <i>Prueba de normalidad - Contenido de aire (%)</i> | 85 |

| | |
|--|----|
| Tabla 35: Prueba de muestras independientes - Contenido de aire (%)..... | 86 |
| Tabla 36: ANOVA - Contenido de aire (%)..... | 87 |
| Tabla 37: Comparaciones múltiples – Contenido de aire (%)..... | 87 |
| Tabla 38: Prueba de normalidad - Esfuerzo a la compresión..... | 89 |
| Tabla 39: Prueba de muestras independientes - Esfuerzo a la compresión..... | 90 |
| Tabla 40: ANOVA - Asentamiento - Esfuerzo a la compresión..... | 91 |
| Tabla 41: Comparaciones múltiples – Esfuerzo a compresión..... | 91 |
| Tabla 42: Prueba de normalidad – Esfuerzo a tracción..... | 93 |
| Tabla 43: Prueba de muestras independientes - Esfuerzo a tracción..... | 94 |
| Tabla 44: ANOVA - Esfuerzo a tracción..... | 95 |
| Tabla 45: Comparaciones múltiples – Esfuerzo a tracción..... | 95 |
| Tabla 46: Prueba de normalidad – Módulo de rotura..... | 97 |
| Tabla 47: Prueba de muestras independientes - Módulo de rotura..... | 98 |
| Tabla 48: ANOVA - Módulo de rotura..... | 98 |
| Tabla 49: Comparaciones múltiples – Módulo de rotura..... | 99 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01. Polvo de grafito..... | 11 |
| Figura 02. Hibridacion sp2 del grafito..... | 11 |
| Figura 03. Estructura cristalina de grafito..... | 12 |
| Figura 04. Componentes para elaborar concreto..... | 15 |
| Figura 05. Cemento Tipo I..... | 17 |
| Figura 06. Cemento Tipo II (Tipo MS)..... | 17 |
| Figura 07. Cemento Tipo III..... | 17 |
| Figura 08. Cemento Tipo V..... | 18 |
| Figura 09. Cemento Tipo IP..... | 18 |
| Figura 10. Cemento Tipo IPM..... | 18 |
| Figura 11. Agregado Fino..... | 19 |
| Figura 12. Agregado grueso..... | 20 |
| Figura 13. Ensayo de cono de abrams..... | 22 |
| Figura 14. Olla de rendimiento..... | 25 |
| Figura 15. Aerímetro..... | 25 |
| Figura 16. Aparato medidor tipo B..... | 26 |
| Figura 17. Compresión de espécimen cilíndrico..... | 27 |
| Figura 18. Resistencia a flexión con carga de tercer punto..... | 28 |
| Figura 19. Resistencia a flexión con carga al centro de la luz..... | 28 |
| Figura 20. Ensayo de esfuerzo a tracción indirecta..... | 30 |
| Figura 21. Vista satelital de ubicación de la cantera La Victoria..... | 39 |
| Figura 22. Vista satelital de ubicación de la cantera Tres Tomas..... | 40 |
| Figura 23. Vista satelital de ubicación de la cantera Cojal..... | 41 |
| Figura 24. Vista satelital de ubicación de la cantera Arica..... | 41 |
| Figura 25. Dosificaciones con adición de polvo de grafito..... | 44 |
| Figura 26. Preparación de los materiales para el concreto..... | 47 |
| Figura 27. Mezclado del concreto segun procedimiento..... | 47 |
| Figura 28. Concreto en mezclador eléctrico..... | 48 |
| Figura 29. Moldeo de probetas 6" x 12"..... | 49 |
| Figura 30. Moldeo de probetas prismáticas de 15cm x 15cm x 50 cm..... | 49 |
| Figura 31. Vaciado de Probetas..... | 50 |
| Figura 32. Mapa satelital de Chiclayo..... | 53 |

| | |
|---|-----|
| Figura 33. Mapa de ubicación geográfica..... | 54 |
| Figura 34. Determinación del revenimiento..... | 56 |
| Figura 35. Consistencia del concreto..... | 57 |
| Figura 36. Densidades del concreto para cada una de las dosificaciones..... | 58 |
| Figura 37. Determinación de la densidad del concreto..... | 59 |
| Figura 38. Contenido de aire del concreto para cada una de las dosificaciones..... | 60 |
| Figura 39. Determinación del contenido de aire..... | 61 |
| Figura 40. Medición de testigos..... | 63 |
| Figura 41. Esfuerzo promedio a la compresión a los 7 días..... | 64 |
| Figura 42. Ensayo del esfuerzo axial del concreto a los 7 días..... | 65 |
| Figura 43. Resistencia a la tracción promedio a los 7 días de edad..... | 66 |
| Figura 44. Ensayo de resistencia a tracción a los 7 días..... | 67 |
| Figura 45. Esfuerzo a compresión del concreto a los 14 días..... | 68 |
| Figura 46. Resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto a los 14 días..... | 70 |
| Figura 47. Resistencia a la tracción por compresión del concreto a los 28 días..... | 72 |
| Figura 48. Resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto a los 28 días..... | 73 |
| Figura 49. Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días..... | 76 |
| Figura 50: Prueba estadística Post Hoc – Slump..... | 80 |
| Figura 51: Prueba estadística Post Hoc (Densidad)..... | 84 |
| Figura 52: Prueba estadística Post Hoc (Contenido de aire)..... | 88 |
| Figura 53: Prueba estadística Post Hoc - Esfuerzo a compresión..... | 92 |
| Figura 54: Prueba estadística Post Hoc - Esfuerzo a tracción..... | 96 |
| Figura 55: Prueba estadística Post Hoc - Módulo de rotura..... | 100 |
| Figura 56. Asentamiento del concreto según mis dosificaciones..... | 102 |
| Figura 57. Densidad del concreto según mis dosificaciones..... | 103 |
| Figura 58. Contenido de aire según mis dosificaciones..... | 105 |
| Figura 59. Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días..... | 107 |
| Figura 60. Resistencia a la tracción del concreto según mis dosificaciones..... | 108 |
| Figura 61. Módulo de rotura según mis dosificaciones..... | 110 |
| Figura 62. Resistencia a la compresión y asentamiento según mis dosificaciones..... | 111 |

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de las propiedades del concreto al adicionar polvo de grafito en dosificaciones de (0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09%), con respecto al peso del cemento.

La metodología tiene un diseño experimental, de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de nivel descriptivo, explicativo y comparativo.

De los resultados obtenidos, se determinó que el asentamiento con la dosis de 0.09% reduce la trabajabilidad en un 57.14%, referente al peso unitario del concreto, se redujo 13Kg/m³ con la adición del 0.09%, el contenido de aire del concreto aumento un 2.25% con la adición de 0.09%.

También se realizaron ensayos a compresión, tracción y flexión a los 7, 14 y 28 días de edad, siendo la dosificación de 0.06% la más óptima, obteniendo una resistencia de 299.70Kg/cm² a los 28 días, en lo que respecta a la resistencia a la tracción tuvo una resistencia máxima de 25.31Kg/cm² con la dosis de 0.07% de polvo de grafito, la resistencia máxima del módulo de rotura a los 28 días fue del 45.22Kg/cm² con la dosis de 0.06%. Se concluye que la adición de polvo de grafito si influye en las propiedades del concreto.

Palabras clave: Polvo de grafito, trabajabilidad, resistencia a compresión, resistencia a tracción, módulo de rotura.

ABSTRACT

The main objective of this work was to determine the influence of concrete properties by adding graphite powder in dosages of (0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% and 0.09%), with respect to the weight of the cement.

The methodology has an experimental design, of an applied type, with a quantitative approach and a descriptive, explanatory and comparative level.

From the results obtained, it was determined that the settlement with the dose of 0.09% reduces the workability by 57.14%, referring to the unit weight of the concrete, it was reduced by 13Kg/m³ with the addition of 0.09%, the air content of the concrete increased. 2.25% with the addition of 0.09%.

Compression, traction and bending tests were also carried out at 7, 14 and 28 days of age, with the dosage of 0.06% being the most optimal, obtaining a resistance of 299.70Kg/cm² at 28 days, with regard to the tensile strength had a maximum strength of 25.31Kg/cm² with the 0.07% dose of graphite powder, the maximum strength of the modulus of rupture at 28 days was 45.22Kg/cm² with the 0.06% dose. It is concluded that the addition of graphite powder does influence the properties of the concrete.

Keywords: Graphite powder, workability, compressive strength, tensile strength, modulus of rupture.

I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente el concreto se ha vuelto el material más utilizado en el ámbito de la construcción debido al alto índice de incremento de la población mundial, se refleja la utilización de este material en la construcción de edificaciones, pavimentos, obras hidráulicas, puentes y demás obras civiles, dicho material está evolucionando y pasaría de ser una simple materia prima a convertirse en un material inteligente capaz de ofrecer mejoras significativas en la construcción.

Ya existen investigaciones en curso para lograr que el “concreto”, el material más empleado en los últimos años proporcione excelentes resultados al ser sometidos a los ensayos ya especificados en las normas internacionales. Para lograr que el concreto obtenga los resultados esperados se está estudiando de alguna manera la incorporación de nano partículas a dicho material y se especula que las propiedades mecánicas y físicas se ven altamente beneficiadas. Así lo menciono (Sovolev, 2016) “La incorporación de nano partículas en el hormigón ofrece muchas ventajas, entre las que se incluyen una resistencia a la compresión ultra alta, una alta resistencia a la tracción y ductilidad, (...). (p. 132).

El material a incorporar al concreto para determinar cómo influye en las características físico mecánicas es el grafito, un nanomaterial con propiedades a la resistencia, conductividad eléctrica e incluso aporta beneficios para obtener un concreto permeable, de esta forma podremos utilizarlo en la industria de la construcción para mejorar infraestructuras viales, hidráulicas y de edificaciones. El grafito está constituido por el montaje de placas de grafeno superpuestas una sobre otra, microscópicamente los átomos de carbono del grafeno al entrelazarse entre ellos forman capas hexagonales parecidas al panel de abejas, es ultra ligero llegando a poseer un peso de 200 veces menor que el acero en láminas de 1 metro cuadrado. así lo menciona Guacho, Padilla, (Guacho, Padilla, Buenaño y Cuaical, 2019) “El grafeno es ultraligero, ya que una lámina de grafeno de 1 metro cuadrado pesa solo 0,77 miligramos, lo que, en comparación con el acero (con la misma superficie), supondría un peso 200 veces menor” (pag. 6).

A nivel nacional, la industria de la construcción está cambiando a pasos agigantados por los nuevos estándares de control de calidad que se le viene exigiendo a la mezcla cementicia para mejorar sus cualidades, ya que dicho

material se ha vuelto de uso cotidiano en la construcción, como lo dice (Bartra, 2019) “En el rubro de la construcción el concreto se va vuelto el más usado por el hombre, elevando de esta forma su empleo y producción” (pag. 12). Conociendo esta información planteamos la utilización de nano partículas que formen parte del concreto, se ha escogido incorporar el polvo de grafito y así determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto que cumplan o superen las normativas internacionales.

No esta demás decir que el intento de reemplazar el cemento, disminuir su uso o adicionarle nuevos materiales en este caso nanopartículas derivadas del grafeno (grafito), para determinar si cumplen con las normativas vigentes, estas dosificaciones de grafito para mezclas de concreto no deben reflejar un resultado que no esté establecido en las normas ya existentes que determinan las resistencias mínimas tanto a compresión, flexión y tracción por compresión diametral que deben cumplir la elaboración del concreto en sí, es por ello que esta investigación nos proporcionara resultados de vital importancia que nos dirá a través de los ensayos si es beneficioso o no la utilización de estos materiales nanotecnológicos.

A nivel local el departamento de Lambayeque incluyendo sus provincias y distritos, se encuentran en una zona con vulnerabilidad sísmica y teniendo en cuenta esta problemática nos vemos en la imperiosa necesidad de mejorar las propiedades mecánicas del componente más importante usado en la industria de la construcción, este material es básicamente la unión de cemento , árido fino y grueso y agua, en algunos casos también se incorpora a las mezclas de concreto aditivos para mejorar sus propiedades físicas y de esta manera lograr obtener concretos que alcancen su máxima resistencia en menos tiempo, que acelere el tiempo de curado o que mejore su trabajabilidad al momento de ser vaciados en moldes de encofrados, así lo expresa (Bartra, 2019) “Hoy en día, gracias a muchas investigaciones previas, se adiciona al concreto aditivos especiales, los cuales generan excelentes resultados de elevada resistencia y fraguado acelerado del concreto” (pag. 12)

Esta investigación quiere dar un aporte trascendental llevando al concreto a superar sus estándares ya establecidos por las normas peruanas e internacionales, una de las formas de superar estos estándares es, incorporar al concreto nanopartículas

que son capaces de mejorar sus propiedades mecánicas utilizando el polvo de grafito, que viene dando buenos resultados en investigaciones internacionales.

Por tal motivo en la presente investigación se ha planteado el siguiente Problema General: ¿De qué manera influye la adición de polvo de grafito en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo - 2021?, Asimismo los problemas específicos. Problema Especifico 1 ¿de qué manera influye la adición de polvo de grafito en las propiedades físicas del concreto, Chiclayo – 2021?; Problema Especifico 2 ¿de qué manera influye la adición de polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto, Chiclayo - 2021?; Problema Especifico 3 ¿de qué manera influye la dosificación de la adición de polvo de grafito en las propiedades del concreto, Chiclayo - 2021?

Justificación de la investigación, como justificación teórica, esta investigación está basada en argumentos teóricos, ya que las propuestas que estamos planteando brindara nuevos conocimientos e información indispensables que nos proporcionaran las pruebas del concreto en estado fresco y endurecido tales como, asentamiento, módulo de elasticidad, permeabilidad, esfuerzo a compresión, módulo de rotura y esfuerzo a tracción o tensión por compresión diametral, cuando a las muestras de concreto se le han incorporado el polvo de grafito y que serán elaborados basándonos en las normas peruanas ya establecidas para su respectivo uso en la construcción de edificios. La justificación metodológica, lo que propone esta investigación es realizar un estudio experimental que permita demostrar el comportamiento que tiene el concreto con la adición de polvo de grafito y que cumplan las especificaciones de las Normas Peruanas. Como justificación técnica, la importancia de realizar los ensayos que determinaran las propiedades mecánicas y físicas del concreto con la adición de polvo de grafito y posteriormente compararlo con un concreto patrón, de esta forma se analizaran los beneficios de utilizar este material nanotecnológico. Por último, la justificación social de este proyecto generara beneficios investigativos para ser aplicados a futuras investigaciones estudiantiles o profesionales ya que poseerán en sus manos datos relevantes de las ventajas que aporta el polvo de grafito en mezclas de concreto y que podrán ser utilizados en las futuras construcciones de obras civiles. También se evalúa que en

un futuro no muy lejano disminuir el uso del cemento y reemplazarlo por materiales manométricos lo que conllevará a disminuir la contaminación ambiental.

Conociendo los problemas plantearé el objetivo general; determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo - 2021. Asimismo, los objetivos específicos, objetivo específico 1, determinar la influencia de las propiedades físicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021; objetivo específico 2, determinar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021; objetivo específico 3, determinar la influencia de la dosificación de la adición de polvo de grafito en las propiedades del concreto, Chiclayo – 2021

Luego de haber planteado los problemas, justificaciones y objetivos, propongo la hipótesis general; Mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021. Asimismo, la hipótesis específica 1, la adición de polvo de grafito mejorará las propiedades físicas del concreto, Chiclayo – 2021; hipótesis específica 2, la adición del polvo de grafito mejorará las propiedades mecánicas del concreto, Chiclayo – 2021, hipótesis específica 3, la dosificación de la adición de polvo de grafito mejorará las propiedades del concreto, Chiclayo – 2021

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales está Botto y Santacruz (2017) cuya investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de nanocompuestos de carbono sobre las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido. La metodología de dicha investigación es de tipo experimental. Los resultados determinaron que la resistencia a la compresión con la adición de nanotubos de carbono NCC en porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.10% y 0.15% fueron de 39.8, 38, 41.4 y 41.2 MPa respectivamente. Con las mismas incorporaciones, también se realizaron ensayos de la resistencia a la flexión dando como resultado 4.7, 4.2, 3.4 y 5 MPa respectivamente. De la misma manera se identificó un asentamiento de 6.5 cm, 4.3 cm, 4.2 cm y 4.1 cm correspondiente a los porcentajes de nanotubos incorporados al concreto. Concluye que, no se mostró una tendencia o influencia significativa de las mezclas adicionadas con respecto a la mezcla control, debido a que los resultados se encuentran dentro del rango de los coeficientes de variación.

Navarro y Forero (2017) cuyo objetivo es diseño de mezcla de concreto adicionando nanotubos de carbono para mejorar sus propiedades mecánicas de resistencia a compresión. La metodología tiene un diseño experimental con un enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos de los ensayos a la compresión en las muestras de concreto con incorporación de 0.0%, 0.3% y 0.5% determinan que la resistencia a la compresión a la edad de 28 días fue de 21, 23.3 y 23 MPa respectivamente, también se identifica para que el concreto tenga una buena manejabilidad o trabajabilidad se use un súper plastificante, ya que si no se usa puede generar poros y disminuir su resistencia. En conclusión, un aumento en la cantidad de nanotubos adicionados a la mezcla de hormigón, nos puede llevar a un mejor rendimiento y resultado de este mismo, por ser una partícula tan diminuta llenara los vacíos y fisuras en el hormigón mejorando su funcionamiento mecánico.

Landázuri y Vásconez (2019) cuyo objetivo fue analizar experimentalmente las propiedades físico-mecánicas de un hormigón de alta resistencia elaborado con partículas de nanosílice. Los resultados para dosificaciones de 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% con respecto al peso del cemento fueron: a los 28 días de edad la resistencia a la compresión 53.09, 58.37, 61.63, 62.91, 66.11 y 50.01 MPa

respectivamente, la resistencia a la tracción 5.71, 5.72, 5.39, 5.69, 5.81 y 4.34 MPa, la resistencia a la flexión 6.51, 8.32, 8.62, 8.16, 8.85 y 8.10 MPa. Se concluye que, según análisis de laboratorio se obtiene que el hormigón con presencia de 2% de nanosilice alcanza valores óptimos, esto se nota claramente en la mejora de sus propiedades mecánicas llegando a una resistencia a la compresión de 66.11 MPa, otra de tracción de 5.81MPa y finalmente de flexión de 8.85MPa . evidenciando que este tipo de diseño puede ser usado en cualquier elemento estructural.

Como antecedentes nacionales tenemos a Oblitas y Roque (2020) el cual tiene como objetivo determinar la influencia de polvo de grafito en las propiedades mecánicas de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm². La metodología tiene un diseño experimental, de tipo aplicada, con un nivel descriptivo, explicativo y comparativo, tiene un enfoque cuantitativo. Los resultados para los 4 diseños (0%, 2%, 2.5% y 3%) obtuvieron un asentamiento de 8", 5", 4 ½" y 3 ½" respectivamente. El esfuerzo a la compresión dio como resultado 290, 293, 297 y 302 kg/cm² respectivamente. También se obtuvo información importante referente al esfuerzo a la flexión que fue de 43, 44, 46 y 51 kg/cm². Se concluye que el polvo de grafito si influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, y que la adición del 3% de polvo de grafito fue la más óptima y cumplió con los lineamientos dados. También comprobó que, a más adición de este material, más disminuye la prueba de asentamiento Slump.

Caballero (2019), cuya investigación tuvo como objetivo mejorar la resistencia de concreto elaborados con agregados de la cantera de Añashuayco mediante la adición de Nanosilice, La metodología tiene un diseño experimental. Los resultados para un concreto $f'c$ 210Kg/cm² y con las adiciones de 0, 0.6, 0.8, 1.0 y 1.4 % de nanosilice, obtuvieron una consistencia mediante el ensayo de cono de abrams de 4, 4, 4 ½, 4 y 3 ¾ pulgadas respectivamente, con respecto a los valores obtenidos sobre el peso unitario o densidad del concreto en estado trabajable se obtuvo 2211.67, 2204.36, 2201.50, 2220.22 y 2251.94 Kg/m³ respectivamente, para los resultados del contenido de aire se tienen los siguientes resultados, 3.5%, 2.2%, 3.3%, 2.2% y 3.4% respectivamente. Para los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días se tiene 362.25, 376.49, 388.14, 422.45 y 406.01 Kg/cm² respectivamente. La variación de costos por elaborar un concreto $f'c$ 210 Kg/cm fue de S/. 191.76, S/. 210.99, S/. 221.34, S/. 245.91 y S/. 269.49. Se concluye que la

adición óptima para concretos $f'c$ 210 Kg/cm² es de 1% de Nanosilice logrando un incremento de 16.62%.

Apaza y Quispe (2018) teniendo como objetivo demostrar que la adición de nanotubos de carbono mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del concreto. La metodología empleada es de tipo experimental y tiene un enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos al utilizar dos clases de cementos que son el cemento Yura Tipo IP y el cemento Wari Tipo I, a cada una de las mezclas con diferentes tipos de cementos se le adiciono porcentajes de nanotubos de carbono de 0%, 0.05%, 0.10% y 0.15%. Los primeros resultados provienen del ensayo del cono de abrams, obteniendo un asentamiento promedio para mezclas con cemento Yura Tipo IP de 7.22", 7.13", 6.33" y 2.83". Con cemento Wari Tipo I se obtuvo un asentamiento promedio de 9.17", 8.53", 8.07" y 7.47" respectivamente. Los ensayos a compresión, utilizando el cemento Yura Tipo IP y con los porcentajes ya mencionados se obtuvo un esfuerzo axial promedio de 394.41, 431.82, 447.21 y 426.59 kg/cm². En cambio, al utilizar el cemento Wari Tipo I, el esfuerzo a la compresión promedio fue de 699.79, 770.14, 722.24 y 674.22 kg/cm². Sabiendo ya las dosificaciones incorporadas al concreto, para el cemento Yura Tipo IP se determinó la resistencia a la flexión y a la tracción por compresión diametral teniendo los siguientes resultados, 42.44, 51.30, 46.61 y 44.40 kg/cm² para flexión y 43.64, 51.50, 45.31 y 41.35 kg/cm² para tracción diametral. Para el cemento Wari Tipo I y siguiendo el mismo esquema se obtuvo 57.55, 58.26, 66.36 y 64 kg/cm² para flexión y 51.22, 58.40, 59.61 y 44.69 kg/cm² para tracción diametral. Se concluye que la dosificación óptima para las mezclas con cemento Yura Tipo IP es de 0.05% y para el cemento Wari Tipo I es de 0.10%, aunque esta última resulte antieconómica.

Ccopa (2017) cuyo objetivo fue estudiar el efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia y trabajabilidad del concreto a 3800msnm. La metodología tiene un diseño correlativo - explicativo, de nivel explicativo y método cuantitativo. La información obtenida de los ensayos a los 7, 14 y 28 días de edad nos muestra que, en este caso el esfuerzo axial para proporciones de 0, 0.5, 1. y 1.5% de grafeno a los 28 días de edad resulta en 215, 244, 248 y 249 kg/cm²; También determino un asentamiento siendo de 4.4", 5.2", 5.3" y 5.3" respectivamente. En conclusión, la dosis óptima para el concreto es de 0.5%, la

trabajabilidad del concreto se ve mejorado con la utilización de grafeno, el valor al producir hormigón con 0.5% de grafeno se eleva en un 47% pero se demostró que si tiene beneficios en las resistencias finales.

Bartra (2019), tuvo como objetivo determinar la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en Tarapoto – 2017. La metodología empleada fue de tipo aplicada con un diseño experimental. Los resultados muestran que con la adición del 0.0%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de grafeno existe un incremento en la resistencia a la compresión siendo 2% la dosificación idónea para el concreto, con resultados de resistencia de 191.92, 231.30 y 254.31 Kg/cm² respectivamente. Se concluye que, el grafeno aumenta las cualidades del concreto cuando este es trabajable y endurecido, aunque la utilización de este producto incrementa el costo de producción en un 43.12% respecto a un concreto normal.

En otros idiomas

As background in other languages we have Lochana (2018), which, its objective was to investigate the modifications to the concrete properties, especially the resistance at early ages, of the concrete that contains fly ash if a certain amount of cement is replaced with nano CaCO₃. The methodology is experimental. The results of the tests carried out on the concrete mixtures with the addition of two calcium nano carbonate materials CaCO₃ and fly ash in proportions of (0-0, 0-35, 0-45, 1-0, 1-35, 1- 45, 3-0, 3-35 and 3-45)% with respect to the weight of the cement, reaching a compressive strength of 6648, 6677, 5423, 6913, 6497, 6833, 5427, 6167 and 5678 psi respectively. Also the abrams cone test, having a settlement for all samples of 2.5", 4.5", 6 ", 2.5", 3 ", 5", 2.5 ", 3" and 3.5 ". It is concluded that the addition of 35% of fly ash was almost equal to that of the standard sample, on the other hand, with the addition of nano calcium carbonate, the resistance improved in the first days of setting, but the resistance at 28 days was lower. This is because there is not an appropriate combination of nanoparticles and fly ash, for this reason it would be vitally important to continue delving further into the subject and elaborate more samples with better pozzolanic combinations.

Santos (2020) cuja pesquisa teve como objetivo compreender o efeito mecânico da adição de grafite funcionalizada e não funcionalizada ao concreto para pisos

rígidos. A metodologia utilizada é experimental. Os resultados das amostras CR (padrão), CG05 (0,5% de adição de grafite), CG1 (1% de adição de grafite), CGF05 (0,5% de grafite funcionalizada), CGFP05 (0,5% de grafite funcionalizada pura), mostram resultados após 28 dias de as resistências à compressão são 39,47, 45,99, 45,28, 47,85 e 48,30 MPa, da mesma forma para a flexão são 3,68, 4,08, 3,96 e 4,51 MPa, também para a resistência à tração por compressão diametral de 3,77, 3,82, 4,22, 3,91 e 4,29 MPa. O módulo de elasticidade é 37,30, 37,74, 37,67, 38,44 e 39 Gpa. Finalmente, os dados de queda são de 45, 35, 30, 35 e 35 mm, respectivamente. Conclui-se que a funcionalização da grafita proporcionou ganhos em praticamente todas as propriedades mecânicas do concreto, a funcionalização da grafita de alta pureza proporcionou melhores resultados.

Dimov (2018) had the objective of experimentally demonstrating that graphene can be dispersed in a water-based environment without causing any defects in graphene sheets and applying it to concrete samples to analyze its mechanical properties. The methodology is experimental. The results of the tests with the incorporation of dispersed graphene in proportions of 0.0 g / L, 0.2 g / L, 0.4 g / L, 0.6 g / L and 0.8 g / L, the values of the ruptures in compression are 30.4, 38.3, 47.6, 51.5 and 45 MPa, in flexure they are 3.37, 4.2, 3.9, 6.05 and 5.1 MPa, in tension they are 3.8, 4.19, 3.86, 4.9 and 4.61 Mpa, the modulus of elasticity is 42.6, 56.6, 51, 60 and 44 GPa respectively. In conclusion, an optimized method for producing large quantities of flake-free graphene flakes dispersed in water was demonstrated. Two types of graphene were investigated and both showed long-term stability and prevented agglomeration, despite their hydrophobic nature.

Como artículos de investigación tenemos a Zanon, Schmalz y Ferreira (2018) cuyo objetivo fue evaluar la influencia de la adición del nanosílice disperso en aditivo superplastificante, así como su uso combinado con la sílice activa, en propiedades mecánicas y físicas y la durabilidad de hormigones sometidos al ataque de cloruros. La metodología fue experimental. Los resultados para dosificaciones de un concreto 01 patrón elaborado con superplastificante (REF), 03 concretos con la incorporación de nanosílice (C-0.1-0), (C-0.3-0) y (C-0.5-0), 02 concretos con la incorporación de nanosílice y sílice activa (C-0.5-10) y (C-0.7-10). Obteniendo los valores de de esfuerzos a la compresión, siendo 70.2, 68.7, 61.0, 75.7, 76.0 y 77.7 MPa, resistencia a la tracción por compresión diametral 5.68, 6.02, 5.74, 5.19, 6.25 y 6.05

MPa respectivamente. Se concluyó que al diluir nanosílice en superplastificante y adicionarlo en proporciones de 0,1 a 0,5% al concreto, obteniendo concretos en la cual no tuvo aportes beneficiosos en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de este, ya que dichos concretos fueron sometidos a los ensayos correspondientes de absorción de agua por capilaridad, esfuerzo a compresión y tracción por compresión diametral. No está de más mencionar que, al aplicar en proporciones de 0,5 y 0,7%, combinado con 10% de sílice activa, se evidencio que ambas cualidades (físicas y mecánicas) mostraron resultados deseables.

Yu-You Wu, Longxin Que, Zhaoyang Cui y Paul Lambert (2019) cuyo objetivo fue analizar los efectos de las nano Hojas GO sobre el asentamiento y las propiedades mecánicas del hormigón. La metodología fue experimental. Los resultados sobre el asentamiento para dosificaciones de 0, 0.02, 0.03, 0.04, 0.06 y 0.08% de nano Hojas GO fueron de 18.30, 18.60, 14.10, 16.80, 16.20 y 15.40 cm respectivamente. Para el esfuerzo axial se obtuvieron los resultados de 419.92, 473.86, 783.76, 511.49, 534.03 y 653.09 Kg/cm² respectivamente, para flexión 63.86, 65.57, 66.28, 69.04, 72.50 y 73.83 respectivamente. Se concluye que al adicionar las nano Hojas GO afecta la trabajabilidad del concreto, para compresión y flexión se determinó que las adiciones de 0.02 al 0.08% refuerzan dichas propiedades,

Gonçalves, Lima y Rodrigues (2019) cuyo objetivo fue desenvolver o ensaio de compressão e tração por compressão diametral de CRFA (Concreto com Reforçado com Fibras de Aço) para analisar seus possíveis comportamentos., Tiene una metodología experimental. Los resultados a compresión con las adiciones de 0, 30, 50 y 70% de fibras son de 206.08, 208.63, 181.51 y 227.60 Kg/cm², para tracción son de 135.28, 142.66, 153.77 y 191.09 Kg/cm². Se concluye que la utilización de las fibras de carbono es beneficiosa para ganar resistencias finales de compresión y tracción.

Bases teóricas

Como variable independiente; el grafito, etimológicamente la palabra grafito proviene del griego “graphein” entendiéndose en nuestro significado como “para escribir” dejando claro que desde inicios de los tiempos se ha usado este material para la escritura y pintura. Damos lugar a los primeros lápices fabricados por los ingleses en el siglo XV, finalmente en el siglo XVIII se pudo notar que el grafito siempre fue un material procedente del carbono.



Figura 01: Polvo de grafito
Fuente: (Hebei Mochang Carbon Co.)

El grafito, por la gran diversidad de materiales que pueden ser manufacturados a partir de su estructura básica, como fibras extraordinariamente resistentes, lubricantes, lápices, rodamientos y pistones. En la figura 01 se puede observar la interacción de orbitales atómicos sp^2 del grafito.

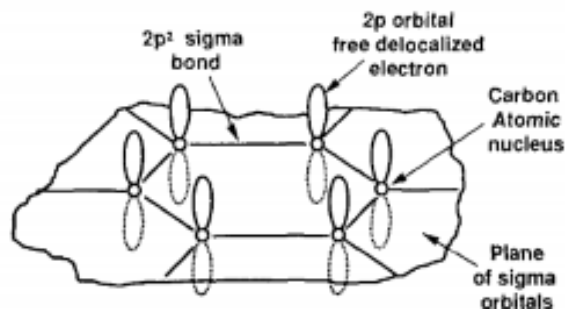


Figura 02: Hibridación sp^2 del grafito
Fuente: Handbook of graphite

El grafito está conformado por varias capas de carbono, muy finas que se superponen unas sobre otras con facilidad, las fuerzas que actúan sobre ellas son muy débiles, hoy en día el grafito es un material común en la fabricación de lápices, al escribir con un lápiz las capas que lo conforman se desprenden con facilidad, es por ello que la punta se desgasta rápidamente. Los átomos que lo conforma se

encuentran en forma tridimensional, cumpliendo una estructura cristalina. (Quiroz Ceballos, Hernández Gervacio, 2015)

El grafito en su forma natural es alotrópico, de color gris a negro brillante, con un peso específico de 2200 Kg/m³, es estable y químicamente resistente a temperaturas elevadas, inodoro, no tóxico, pegajoso o resbaladizo al tacto y un excelente conductor de calor y electricidad. Normalmente se encuentra en forma de grano escamoso y se ha formado por el metamorfismo de la materia en sedimentos y se presenta en lupitas y mármoles. Se le asocia a minerales como: cuarzo, calcita, pirita y óxidos de hierro. (Dirección General de Desarrollo Minero, 2018)

Los átomos de carbono distribuidos en forma de hexágonos, capas denominadas grafeno y superpuestas paralelamente uno sobre otro forman una estructura llamada grafito. Si del grupo de celdas hexagonales tomásemos una de ellas y al medirlas tendría una dimensión de 0.6708 nm. Esto se muestra en la Figura 02. Las capas de grafeno se encuentran ubicadas de tal manera que forman una secuencia denominada ABAB, en la cual la capa A es colineal y paralela con otra lamina A, y la membrana B es colineal y paralela con otra membrana B. La distancia entre átomos es 0.141 nm, las distancias entre las capas (d) es de 0.3354 nm, la hipotenusa u oblicua entre dos átomos en el plano hexagonal es 0.246 nm. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 16).

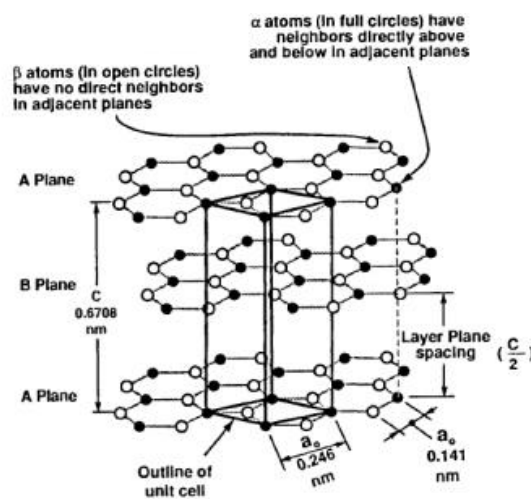


Figura 03: Estructura cristalina de grafito
Fuente: Handbook of graphite

Propiedades físicas del grafito; anisotropía del cristal de grafito, el grafito posee una armadura cristalina común, teniendo una anisotropía muy importante, esto significa

que los atributos del componente se verían alterados o modificados cuando se le pretenda medir en todas las direcciones posibles. Visto de esta forma, tal isotropía, podría ser de gran utilidad en las propiedades del grafito. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 20)

De acuerdo a la siguiente tabla podremos visualizar las propiedades físicas del grafito

Tabla 01:
Propiedades físicas del grafito

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| Forma cristalina | Hexagonal |
| Color | Negro a gris oscuro |
| Densidad | 2.09 a 2.23 g/cm ³ |
| Dureza | 1 – 2 (Mohs) |
| Transparencia | No |
| Exfoliación | Perfecta |
| Índice de refracción | Opaco |

Fuente: Wikipedia

Densidad, todo material fabricado en base a grafito tendrá densidades ínfimas ya que sus estructuras poseerán defectos o imperfecciones como son la porosidad, esta es una cualidad conveniente particularmente en aplicaciones aeroespaciales. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 21).

Propiedades térmicas del grafito, las propiedades físicas vistas anteriormente, no presentan afectación debido a la dimensión y patrón de los cristales a excepción de la densidad. Por tal motivo se les considera valedero para todas las formas o moldes que adopte el grafito.

Ahora, teniendo en cuenta las propiedades térmicas es muy posible que estas cualidades se vean afectadas considerablemente según la magnitud y modelo de los cristales y factores vinculados a la calidad del procesamiento. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 23).

Calor específico, se obtiene los valores de 8.033 – 8.635 J/mol.K, el grafito alcanza una capacidad calorífica molar de 25°C. Se comprobó que al aumentar la temperatura esta capacidad por ende aumenta. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 23).

Conductividad térmica, “La anisotropía del cristal de grafito hace que las propiedades térmicas de conductividad y expansión se vean intensamente afectadas. K , conductividad, es el producto del tiempo de transferencia de calor por conducción.” (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 24).

El grafito ha conseguido una alta conductividad térmica con 4180 W/m.K. Sin embargo, comercialmente, el valor promedio del grafito oscila aproximadamente en 390W/m.K. en direcciones ab. Conociendo ello podemos considerar al grafito un buen conductor térmico diferenciándolo de los metales y cerámicas de alta conductividad. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 24).

Para la dirección c es aproximadamente 2.0 W/m.K, dándole la cualidad al grafito de ser un perfecto aislante térmico, confrontándolo al plástico fenólico. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 25).

Propiedades eléctricas de grafito; resistividad eléctrica, eléctricamente el grafito es tomado en cuenta como compuesto semimetal, que tiene la capacidad para reaccionar como conductor y aislante en su estructura atómica plana basal, tanto así que los electrones libres de su último plano se encuentran una banda de accionamiento parcial. Planos basales en los que es fácil moverse a un patrón de onda que corresponde a los campos eléctricos. Como resultado se obtiene que el grafito posee una resistencia eléctrica en paralelo con los planos basales (direcciones AB) es baja y el material es un conductor eléctrico relativamente bueno. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 25).

Propiedades químicas, el grafito es químicamente inactivo cuando se encuentra en estado puro y es resistente a la mayoría de los ácidos, alcalinos y gases corrosivos. No obstante, las impurezas en cierta medida, se encuentran tanto en grafitos naturales como en artificiales o sintéticos y, generalmente posee un efecto catalítico considerable debido al aumento constante de la reactividad química. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 25).

La reactividad química está notablemente influenciada por el nivel de porosidad que conduce a un incremento en la superficie con un aumento creciente de la reactividad. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 26).

La reactividad generalmente aumenta conforme va aumentando la temperatura y como ya se mencionó, a elevadas temples, el grafito se torna más reactivo. Por

ejemplo, al sobrepasar los 450 °C, el grafito se oxida rápidamente con agua, oxígeno, algunos óxidos y otras sustancias. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 26).

Características de grafito sintético, en las últimas cuatro décadas, demasiados componentes derivados del grafito se han incluido con peculiaridades perfeccionadas. Ciertos componentes presentan una estructura altamente anisotrópica y características que se asemejan a las de un cristal de grafito perfecto. Varios otros poseen una anisotropía más baja, pudiéndose no siempre considerarse una desventaja, casi siempre, las propiedades isotrópicas son un tipo de cualidades envidiables. Las características comunes de los materiales de grafito y carbono, independientemente de su procedencia o transformación, es que todos los precursores orgánicos provienen del grafito moldeado de coque petróleo y brea de hulla, grafito pirolítico de metano y otros hidrocarburos gaseosos, carbono vítreo y fibras de polímeros, negro de humo del gas natural, carbón de leña, carbón de plantas, etc. Estos precursores orgánicos deben ser carbonizados y grafitizados con frecuencia para formar materiales de carbono y grafito. La carbonización y la grafitación son las etapas más complicadas que son frecuentes en la fabricación de estos materiales sintéticos con la notable excepción del grafito pirolítico elaborado por el proceso de deposición de vapor. (Cabrera, Caterbetti y Scarzo, 2018 pág. 26).

Como variable dependiente; El concreto, es un material compuesto que se constituye generalmente por la mezcla de tres componentes esenciales, estos son: El cemento, agua y agregados, finalmente dependiendo de los fines de uso también se podría agregar aditivos, el cemento al tener interacción con el agua se produce una reacción química que lo hace pasar de estado fresco ha endurecido. (Corporacion Aceros Arequipa, 2010 pág. 27)



Figura 4: Componentes para elaborar concreto
Fuente: (civilmas.net)

El concreto propiamente dicho se presenta en 2 fases, la primera es cuando está en fase de ser una masa plástica la cual puede ser trabajada, moldeada y compactada con cierta facilidad dependiendo de la dosificación de materiales con la que esté compuesta. En esta fase el concreto tendrá propiedades determinadas las que resultaran importantes para su resultado final.

La siguiente fase es cuando empieza a perder sus características plásticas para que gradualmente al cabo de algunas horas esta mezcla tome características rígidas y comience a endurecerse hasta obtener una forma netamente sólida, estas propiedades tendrán como finalidad única ser un material mecánicamente resistente a esto le llamamos el concreto endurecido.

Los materiales que conforman se detallan a continuación.

Cemento, material proveniente de la extracción masiva de otros materiales presentándose a modo de molienda, su propiedad aglomerante es la más destacada ya que al combinar esta molienda con agua resultara una pasta que es capaz de endurecerse en interacción con el ambiente independientemente del tipo de clima . (SENCICO, 2014 pág. 9)

Tabla 2:
Ingredientes del Cemento

| NOMBRE QUIMICO | FORMULA | ABREVIATURA | PORCENTAJE |
|-----------------------------|---|-----------------------|------------|
| Silicato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C_3S | 30 – 50% |
| Silicato dicálcico | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C_2S | 15 – 30% |
| Aluminato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ | C_3A | 4 – 12% |
| Ferroaluminato tetracálcico | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | C_4AF | |
| Cal libre | | | |

Fuente: (Pasquel, 1993 pág. 18)

Tenemos 3 grupos de cementos con distintas características entre ellos.

Cemento Portland

Tipo I: Frecuentemente es el más usado, normalmente, la mezcla con este tipo de cemento no requiere una aclimatación especial. Son los que se usan en obras civiles normales.



Figura 5: Cemento Tipo I

Fuente: (Cementos Pacasmayo)

Tipo II: Este si presenta características especiales como un calor de hidratación moderado y resistencia, tolerabilidad moderada en presencia de sulfonatos.



Figura 6: Cemento Tipo II (Tipo MS)

Fuente: (Cementos Pacasmayo)

Tipo III: A temprana edad presenta elevadas resistencias, este tipo de cemento se utiliza cuando se necesita obtener rápidamente resistencias requeridas para proseguir con trabajos que dependen una de la otra.



Figura 7: Cemento Tipo III

Fuente: (Cementos INKA)

Tipo IV: Este es usado cuando se tiene grandes cantidades de concreto a elaborar o pedidos en grandes cantidades.

Tipo V: Se utiliza para adquirir elevadas resistencias en presencia de los sulfonatos, se emplea esencialmente en poblaciones donde existe elevados porcentajes de sulfatos.



Figura 8: Cemento Tipo V

Fuente: (Cementos Pacasmayo)

Cemento Puzolánico

Cemento Tipo IP: Cemento portland tipo I que contiene adición puzolánica entre 15%-45%, estos se usan en obras con climas agrestes y resistencias elevadas a la acción de sulfonatos.



Figura 9: Cemento Tipo IP

Fuente: (UNACEM)

Cemento tipo IPM: también un cemento portland tipo I con adición puzolánica solo hasta el 15%, se usa en obras donde hay un moderado calor de hidratación y resistencias moderadas a la acción de los sulfatos.



Figura 10: Cemento Tipo IPM

Fuente: (UNACEM)

Los Agregados, son los que provienen naturalmente de un proceso de erosión de las rocas, también se pueden obtener por medio de procesos de trituración mecánica y luego de esto pasaran por una serie de tamizados para definir el tamaño. (SENCICO, 2014 pág. 11).

Existen como agregado fino y agregado grueso, de estos dos casos para el primer caso, la arena es la partícula más pequeña la cual pasa por el tamiz N° 4 (4.75mm), dicho esto el árido grueso es el que permanece retenido en dicho tamiz. (SENCICO, 2014 pág. 11).

Los agregados presentan partículas de diversos tamaños, la propia distribución de estos tamaños se le conoce como granulometría, esta se obtendrá mediante ensayos ya normados previamente, el aspecto general es que todas estas partículas pasen por una serie de mallas y se clasificaran en base a porciones retenidas referente al peso total de la muestra tomada.

(SENCICO, 2014 pág. 11).

Agregado Fino, material muy común en la ingeniería, debe cumplir ciertos parámetros como por ejemplo ser un material limpio, durable, resistente, libre de sustancias contaminantes que perjudique la adherencia en la pasta de cemento, en lo que respecta a su análisis granulométrico debe pasar la malla N° 4 y ser retenido por el tamiz N° 200. (Ortega, 2013 pág. 19)



Figura 11: Agregado Fino
Fuente: (JYG - Distribuidora para la construcción)

Granulometría del agregado fino, la norma ASTM C33 nos indica los procedimientos a seguir para ejecutar dicho ensayo, la granulometría ideal para el árido fino, ira de acuerdo al propósito o finalidad de la mezcla a elaborarse y del tamaño máximo del A. grueso. (Ortega, 2013 pág. 20)

Los tamaños de las mallas para realizar el ensayo de granulometría son 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100. Así mismo el porcentaje que pasa de cada uno

de los tamices es 100%, 95-100%, 80-100%, 50-85%, 25-60%, 10-30% y 2-10% respectivamente

Módulo de finura, sirve para estimar las cantidades de agregados finos y gruesos en mezclas de concreto, la norma ASTM C125 nos dice que, las mallas que se utilizan en este ensayo son las mismas que se utilizan para determinar la granulometría del agregado fino, la determinación del módulo de fineza es igual a la siguiente formula.

$$MF^{\circ} = \sum \frac{\% \text{ acum. ret. (} 3/8", \text{ N}^{\circ} 4, \text{ N}^{\circ} 8, \text{ N}^{\circ} 16, \text{ N}^{\circ} 30, \text{ N}^{\circ} 50 \text{ y N}^{\circ} 100)}{100}$$

Agregado Grueso, se denomina así a este material cuando es retenido por el tamiz N° 4 y que esté acorde a los límites que ordena la norma ASTM C33. (Rivva, 2000 pág. 182).



Figura 12: Agregado grueso
Fuente: (www.avensa.co)

Granulometría del agregado grueso, Se tiene que graduar con anterioridad, considerando los límites permisibles que ya están establecidos por los tamices de la serie Tyler. Se tiene que establecer una uniformidad en la granulometría obtenida para que el concreto obtenga su máxima densidad así esta mezcla sea manipulable de acuerdo a las condiciones de colocación de esta pasta. La misma granulometría elaborada no podrá tener un tanto por ciento de árido retenido en el tamiz 1 1/2" que sobrepase el 5%, de igual manera no sobrepasara el 6% del arido que pasa por la malla de 1/4" (Román, Pillpinto, 2016 pág. 45)

Finalmente, estas granulometrías de los finos y gruesos influirán directamente en las propiedades finales de la mezcla cementicia, tanto en su estado trabajable como fraguado.

El agua, es el que acciona las propiedades del cemento, al verter agua en la mezcla de concreto, esta reaccionara químicamente con el cemento para formar el gel que permitirá a la pasta que está en estado fresco una adecuada manipulación y colocación para luego adquirir las propiedades necesarias cuando se encuentre en estado endurecido. (SENCICO, 2014 pág. 11).

Se debe tener en cuenta que el uso del agua debe ser controlado en calidad, ya que se podrán usar aguas de rio, lagos, afluentes naturales y otros con la condición que estas sean cristalinas, no se perciba algún tipo de olor distinguible y estén dentro de los parámetros mínimos ya normalizados (NTP 339.088 – Requisitos de calidad del agua para el concreto). (SENCICO, 2014 pág. 11).

Composición del concreto endurecido; la pasta, es el aglomerante básico que une a los distintos agregados actuantes en la mezcla, este aglomerante resulta de la combinación química del cemento y agua. Esta pasta es la que finalmente le dará la propiedad de trabajabilidad al concreto y a su vez será de mucho cuidado por el constructor ya que siempre presentara poros que finalmente condicionaran las propiedades finales del concreto, estas propiedades pueden ser: absorción, permeabilidad y fluidez. (Definición.xyz).

Los agregados, estas son las partículas por lo general de origen natural, en otras suelen ser artificiales, pero son en si la parte discontinua del hormigón. Estos materiales se encuentran aglutinados en la pasta y en su mayoría representan entre el 60% y 75% por metro cubico de concreto. Con esto, la resultante del acoplamiento de estos materiales, agregados y pasta tendrán relación directa con las propiedades finales del concreto endurecido. Estos agregados ayudaran al concreto a ser mucho más permeable por lo que tendrá una mejor posibilidad de hidratación capilar. (Definición.xyz).

Propiedades del concreto; en estado fresco, el concreto fresco es básicamente la preparación de los componentes de este mismo, es la fase en la que el concreto se

encuentra en estado plástico en la que tiene la capacidad de ser moldeable, dicho esto el concreto fresco presentará las siguientes propiedades. (SCRIBD, 2021)

Trabajabilidad, esta propiedad depende netamente de la composición de la pasta, en la cual debe haber un equilibrio en el contenido de agua y los agregados tanto finos como gruesos. En la mayor parte de los trabajos hechos con concreto esta pasta siempre es trabajable en la mayoría de los casos. Se evidencia trabajabilidad en un concreto cuando en el recorrido de este mismo por alguna superficie la capa o película de mortero es de al menos 1/4" sobre el agregado grueso. Uno de los métodos más conocidos para medir la trabajabilidad de un concreto es el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrams, la cual da valores numéricos que se relacionan a esta propiedad de trabajabilidad, no obstante, se debe tener en cuenta que esta prueba es para medir el grado de uniformidad que da la trabajabilidad.

Ensayo del cono de abrams, este ensayo determina el nivel de fluidez que posee la mezcla de concreto de acuerdo al establecido en el diseño de mezclas, dependiendo del tipo de asentamiento el cual se mide en pulgadas o centímetros se podrá evaluar si una mezcla es trabajable o no. (Colqui, Lazaro, 2020 pág. 31)



Figura 13: Ensayo de cono de abrams
Fuente: (Agencia de noticias UN, 2019)

Existe un rango ya establecido por la norma ACI 211 el cual con la ayuda de una tabla y con relación al tipo de uso que se le dará al concreto se obtendrá un determinado asentamiento de la mezcla teniendo un rango de consistencia que va de seca (0" – 2"), plástica (3" – 4") y fluida (≥ 5 ")

Para dar un mayor enfoque al comportamiento del concreto en esta propiedad se dan a su vez una serie de conceptos relacionadas con la trabajabilidad, estas son:

Estabilidad, se entiende por estabilidad al desplazamiento o flujo en el concreto sin que intervengan fuerzas externas. Al ser un método medible estas se cuantificarán en base a la exudación y segregación a las que se debe tener cuidado cuando se trabaja un concreto de cualquier tipo. Cabe dejar claro que dichas características no dependen exclusivamente de la dosificación de agua en la mezcla sino de los agregados que influirán en las propiedades de adherencia de la pasta.

Compactibilidad, es una característica por la cual un concreto tiene la capacidad o facilidad de poder compactarse, cuando se encuentra en estado fresco.

Movilidad, Es una de las características de un concreto a ser desplazado tras aplicarle un trabajo externo. En definitiva, intervienen directamente la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte. La viscosidad dada por la fricción que existe en la pasta de cemento, la resistencia interna al corte es la capacidad que tienen los agregados de rodar dentro de la misma pasta ocupando un desplazamiento determinado, mientras que la cohesión es el nivel de adherencia entre todos los materiales actuantes en la pasta en sí. (SCRIBD, 2021).

Consistencia, es la propiedad que define la humedad de la mezcla, entonces se medirá que tan fluida es esta misma ya que intervendrán factores como la cantidad de agua, granulometría en general de los agregados.

Las mezclas de concreto se dividen en 3 fases por su nivel de consistencia, estas fases las define el ensayo del cono de Abram. Estos tipos de mezclas suelen ser Mezclas secas (0-2 pulgadas de asentamiento), mezclas plásticas (3-4 pulgadas de asentamiento) y mezclas fluidas (de más de 5 pulgadas de asentamiento). (SCRIBD, 2021).

Cohesividad, esta característica del concreto es clave para la calidad final de este, ya que interviene directamente en controlar la segregación mientras se maneja la mezcla. Se debe tener un estándar fijo de cohesividad apropiada cuando una mezcla de concreto no es demasiado plástica ni demasiado viscosa, esta debe ser plástica y no se segrega fácilmente. (SCRIBD, 2021).

Segregación, las diferentes densidades en la mezcla de concreto conllevan naturalmente a que todos los materiales más pesados actuantes en la mezcla

desciendan, entonces podríamos pensar que el agregado grueso tendría mayor probabilidad a descender, sin embargo, el peso de pasta propia la que contiene el agregado fino sobrepasa el peso del agregado grueso, por lo que esta tratara de descender y separarse finalmente del agregado grueso afectando directamente la calidad final del concreto endurecido. (SCRIBD, 2021).

Exudación, se da frecuentemente en todos los concreto, ya que es una propiedad pertinente del concreto si bien se puede dar en ocasiones en menor o mayor grado. La exudación resultante va a depender de cuanto agregado y cemento tenga la mezcla en sí, en efecto a más cantidad o porcentaje de estos se tendrá demasiada agua al finalizar del proceso constructivo.. (SCRIBD, 2021).

Tiempo de fraguado, cuando el cemento y el agua entran en contacto se produce una reacción química, con esta reacción empieza el endurecimiento de la mezcla. Para identificar que el proceso de fraguado ya inicio después de vaciado se podrá notar que la mezcla empieza a endurecer y la trabajabilidad desaparece ya que su estado de plasticidad se vuelve difícil de trabajar.

Habitualmente el tiempo de fraguado inicia entre 2 a 6 horas posteriores al mezclado. (SCRIBD, 2021).

Densidad o peso unitario, se empieza medir este concepto cuando las mezclas de concreto obtienen incremento de aire entonces disminuirá su peso unitario, por lo contrario, si una mezcla es bien compactada incrementará el peso unitario, todos los cambios en el peso unitario se deben directamente al tipo de agregado que se usa en la mezcla. (SCRIBD, 2021).

El peso unitario se emplea en su mayor parte para:

Rendimiento de la mezcla, hallar la dosificación (agua, cemento y agregados) por unidad de volumen (m^3) de concreto y a su vez la cantidad de aire y finalmente evaluar la calidad del concreto y sus niveles de compactación.

De acuerdo a ensayos realizados de la ASTM C- 138 los concretos se clasificarán en livianos, normales y pesados.

Concretos livianos: desde 480 – 1600 kg/m^3

Concretos normales: de 2300 – 2500 kg/m^3 con agregados corrientes, de 2400 kg/m^3 esto con un tamaño máximo del agregado, en concreto ciclópeo con un

agregado entre 3” y 6 “el peso unitario puede ser de hasta 2500 kg/m³ (SCRIBD, 2021).

Concretos pesados: se usan agregados pesados alcanzando un peso unitario de 5200kg/m³. (SCRIBD, 2021).

También podríamos decir que la densidad del concreto no es más que la masa necesaria de este, para ocupar un volumen unitario (Perez, 2017 pág. 30)



Figura 14: Olla de rendimiento
Fuente: (Unión de Concreteras S.A)

Contenido de aire, este ensayo se puede realizar en morteros y concretos en estado fresco, se determina mediante la relación entre el volumen de aire presente en la mezcla de concreto y la presión ejercida en el equipo de medición denominado aerímetro o cámara de aire (García, 2017 pág. 19)



Figura 15: Aerímetro
Fuente: (UTEST)

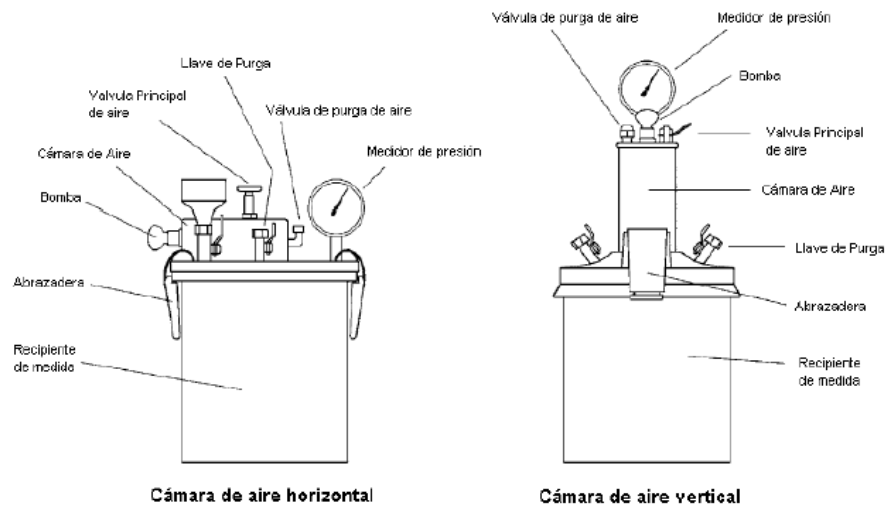


Figura 16: Aparato medidor tipo B

Fuente: (ASTM International, 2009)

Uniformidad, esta propiedad establece tres variables para establecer su característica, estas son: El tiempo que se le dará al concreto para mezclarlo, la aglomeración de la pasta y el agregado y finalmente interviene la granulometría de los agregados que actúan en todo concreto. (SCRIBD, 2021).

Propiedades de concreto endurecido, esta propiedad es cuando nuestro concreto finalmente paso de su estado plástico a un estado rígido, este empezara a ganar resistencia y notoriamente dureza.

Las principales propiedades del concreto endurecido son:

Elasticidad, un concreto en situaciones de exposición constante a cargas actuantes sobre el tiende a deformarse, sin embargo, esta deformación no será constante por lo que no es muy perceptible a sola vista. Cada vez que se habla de deformación del concreto interviene el denominado “Modulo de elasticidad estático” el cual representa o involucra una medida relacionada con la tensión y otra con la deformación. (SCRIBD, 2016)

Resistencia, se define como la capacidad del concreto para soportar distintas cargas y esfuerzos, presenta tres tipos de resistencia, resistencia a la compresión,

resistencia a la flexión y resistencia a la tracción. Estas resistencias dependerán relativamente de la relación agua-cemento que tiene una pasta.

Además, intervienen en esta resistencia los elementos aglomerados en el concreto, estos son los agregados, el tipo de cemento que se usa. (SCRIBD, 2016).

Hay un factor que actúa directamente en la resistencia de los concretos, y este es el curado ya que por ser un proceso de hidratación del concreto determinara si alcanza o no su resistencia máxima calculada. (SCRIBD, 2016).

Esfuerzo a la compresión, este procedimiento de análisis en laboratorio radica en ejercer una carga axial comprimiendo al espécimen cilíndrico a una presión que se encuentra determinada, todo esto justo antes de que ocurra la esperada falla. Este esfuerzo se puede representar numéricamente mediante un cálculo que resulta de la división de la carga máxima por el área plana en la que interactúa la carga, entiéndase que esta área será la probeta de concreto. Con la finalidad de determinar el esfuerzo a compresión, estos especímenes son preparados, curados y sometidos a la ruptura a compresión a edades de 7, 14, 21 y 28 días después de ser elaborados, de esta forma se va siguiendo un respectivo control de cómo se comporta el concreto conforme van transcurriendo los días. Los resultados de los ensayos son de gran utilidad y sirven para llevar una adecuada gestión de la calidad del concreto y así evaluar la efectividad del proceso de mezclado y colocación.

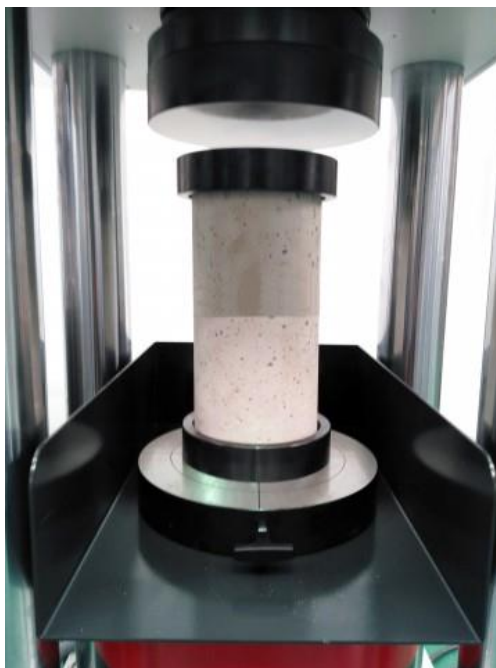


Figura 17: Compresión de espécimen cilíndrico
Fuente: (Ibertest)

El módulo de rotura, tomamos esta medida que de alguna manera tiene una interrelación colateral con la tracción del concreto. Teniendo claro que este tipo de medida es aplicable como tensión máxima en alguna cara de una viga o losa de concreto simple, se terminara midiendo esta resistencia máxima en algún punto de falla en la flexión.

Para poder comprobar las resistencias a flexión de concretos, se realizarán ensayos en vigas, las cuales por lo general tendrán una medida de 150 x 150 mm o en el menor posible de 100mm x 100mm y su longitud tendrá que ser no menor de tres veces la profundidad de esta misma viga en cuestión. (Oblitas y Zelaya, 2020 pág. 34)

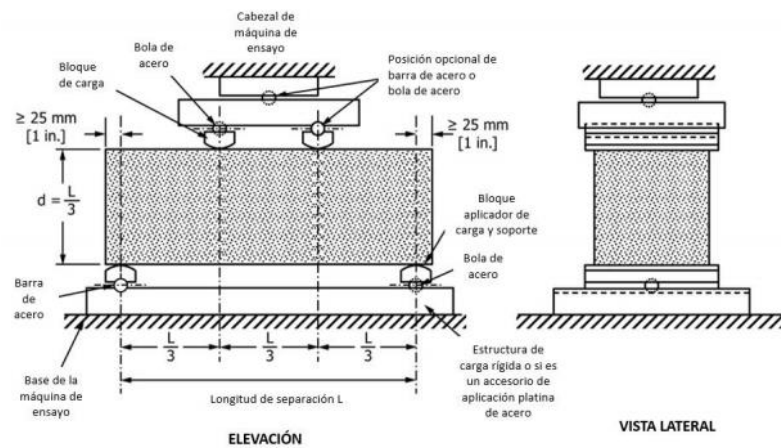


Figura 18: Resistencia a flexión con carga de tercer punto
Fuente: (ASTM International)

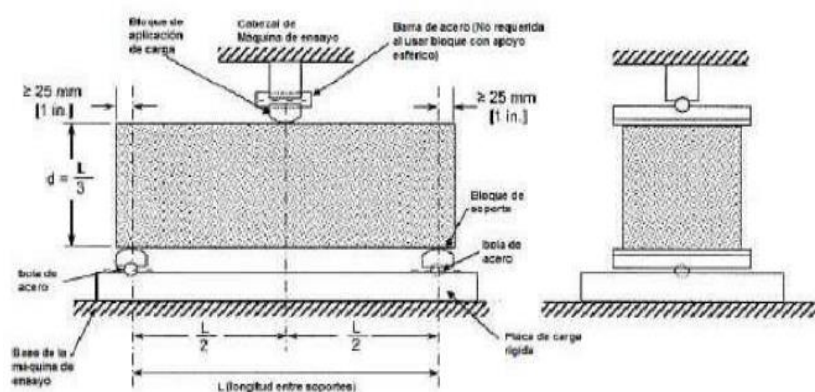


Figura 19: Resistencia a flexión con carga al centro de la luz
Fuente: (ASTM International, 2002)

Cada que se hace un ensayo de esfuerzo a flexión, esta es expresada como un módulo de rotura (MR) en unidades de MPa (mega pascal), este tipo de métodos

de medición lo determina la ASTM C78 como “carga a tercer punto” o también se utiliza la ASTM C293 como “carga de punto central”. (Oblitas y Zelaya, 2020 pág. 34)

Para tener una resistencia dada en ensayos se deberá hacer un símil o comparación entre las características iguales como tamaño de viga y carga aplicada a esta misma. Se llega a observar que el Modulo de rotura MR aplicado según la ASTM C78 resulta menor que la mostrada en la ASTM C293, incluso llegando a ser menor que un 15%. Se nota a su vez que si tenemos una muestra de haz más grandes la resistencia a la flexión será de menor valor. (Oblitas y Zelaya, 2020 pág. 34)

Nótese también que la resistencia a la flexión en todos los casos oscila entre el 10 al 15% de la resistencia a la compresión, esto variara de acuerdo al tipo de mezcla, por lo consiguiente interviene el tipo de agregado en tamaño y volumen. (Oblitas y Zelaya, 2020 pág. 35).

Para diseños en edificaciones se obtendrá un estimado del MR mediante la siguiente formula:

$$Fr = 7.5\sqrt{f'c}$$

Siendo Fr el MR y $f'c$ como la resistencia a la compresión. Si en caso tuviéramos un MR crítico para cualquier diseño, se deberá antes estimar mejores análisis a partir de pruebas de laboratorio teniendo en cuenta mezclas específicas y materiales utilizados dentro de esta. (Oblitas y Zelaya, 2020 pág. 35).

En esta investigación se realizaron probetas prismáticas cuya sección rectangular es de 0.15m x 0.15m x 0.50m y usando la fórmula matemática el cual nos permitirá determinar la resistencia a la flexión. (Ministerio de transportes y comunicaciones)

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

R = Modulo de la rotura, MPa (kg/cm²).

P = Carga máxima aplicada, N (Kgf).

L = Distancia entre los apoyos de la base, mm (cm).

b = Ancho promedio de la viga en el punto de fractura, mm (cm).

d = Altura promedio de viga, en el punto de fractura, mm (cm).

Resistencia a la tracción, este proceso consiste en ejercer una fuerza de compresión determinada, esta fuerza llevara al fallo de la muestra cilíndrica de forma diametral (fisuras a lo largo del diámetro de la probeta), aplicando una velocidad que este dentro de los rangos ya conocidos hasta llevar a la muestra de análisis a la falla. Esta carga provoca esfuerzos de tracción sobre el plano aplicable para que luego estos esfuerzos en esa zona se distribuyan a lo largo de la carga aplicada mostrando finalmente las fisuras a lo largo del diámetro de la muestra. Entonces ocurrirá una falla por tracción en lugar de una por compresión ya que en este ensayo se están aplicando cargas en una forma de compresión triaxial (parte lateral de la probeta que soporta la carga) entonces soportara los esfuerzos de compresión más intensos, lo que no ocurriría igual si se hace la misma prueba, pero con una resistencia a la compresión uniaxial (presión sobre el diámetro de la probeta). La siguiente fórmula matemática expresa el esfuerzo a tracción de una probeta de concreto.

$$T = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

T = Resistencia a tracción (Kpa)

P = Carga aplicada (KN)

L = Longitud de briqueta (m)

D = Diámetro (m)

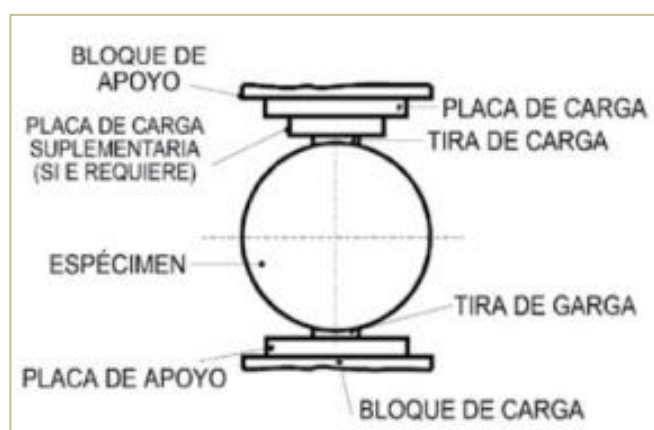


Figura 20: Ensayo de esfuerzo a tracción indirecta
Fuente: (NTP 399.084)

Extensibilidad, teniendo en cuenta que todo concreto tendrá una tendencia a deformarse aparece esta propiedad que es la que mide las deformaciones existentes de una determinada estructura sin llegar a agrietarse, entonces el concreto tomara un máximo permisible de deformación antes de que ocurran fisuraciones. (SCRIBD, 2016).

Ventajas del concreto, entre los múltiples usos para distintos tipos de estructuras, el concreto presenta varias ventajas que lo llevan a ser un material de gran demanda en todo el mundo, estas son:

Es un material por lo decirlo menos de gran acogida y fácil acceso, ya que los materiales actuantes en el son encontrados en la naturaleza y lo único que se necesita es explotar responsablemente estas materias para la elaboración final del concreto en sí.

Al estar en su fase plástica tiene la gran ventaja de adaptabilidad gracias a su trabajabilidad y compactación y a veces auto compactación en espacios y formas que el hombre pueda imaginar, siempre y cuando se cumplan con las garantías de resistencia y puesta segura.

Una de ventajas más resaltantes es la DURABILIDAD ya que hace que las estructuras que se levanten con este material puedan perdurar en el tiempo gracias a su dureza y resistencia.

El fácil y bajo costo de mantenimiento es otra de las ventajas del concreto, ya que al no ser una estructura porosa se mantendrá rígida y estática durante varios años. Tiene una resistencia alta al fuego llegando a soportar 1 a 3 horas continuas de este tipo de siniestro.

Desventajas del concreto, el peso de los elementos estructurales contruidos con concreto requiere una gran inversión en gasto llevar del diseño de proyecto a la construcción en sí. Por ejemplo, las edificaciones de gran altura son muy costosas debido al excedente uso de este material.

No se puede lograr ejecutar proyectos con formas estructurales que no cumplan con los requisitos mínimos antisísmicos, ya que arquitectónicamente plasman estructuras que no se pueden hacer con concreto por su tamaño y peso.

Definitivamente la desventaja más grande es el excesivo peso y volumen, más aún cuando se trata de concretos reforzados.

Tiene muy baja resistencia a la tracción, por lo que se le coloca aceros de refuerzo para un mejor desempeño, aunque de todas formas aparecerán grietas que evidencien esta desventaja.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

Este trabajo investigativo es de clase aplicada ya que se aplicarán los conocimientos que ya se han implantado en la ingeniería civil, gracias a estos aportes solucionaremos los problemas propios de esta investigación.

Diseño de la investigación

Fue cuasi experimental, ya que se trabajará con la variable independiente y esta modificación alterará la variable dependiente. Para lograr esto, se elaborarán ensayos mecánicos en laboratorio.

Nivel de investigación

Para esta investigación se consideró los niveles descriptivo, explicativo y comparativo, ya que describiremos como vamos a desarrollar nuestra investigación, explicaremos los efectos causados que existen entre nuestras dos variables, y compararemos los resultados obtenidos.

Enfoque de investigación

Esta investigación es de carácter cuantitativo ya que usa los resultados están en base a la medición numérica y de esta manera establecer patrones de comportamiento

3.2. Variables y operacionalización

Variables, Dimensiones e Indicadores.

Variables.

a) Independiente: Polvo de grafito

El grafito un mineral que posee un color gris a negro, puede ser brillante u opaco, tiene peso específico que va de 2.09 g/cm³ a 2.23 g/cm³, su sistema es tipo cristal hexagonal, estable y químicamente inerte a temperatura normal, inodoro, no tóxico, presenta resistencia al calor y es muy buen conductor de calor y electricidad. Es grasoso al tacto. (Berry, 1983)

b) Dependiente: Concreto

Un material compuesto que se constituye generalmente por la mezcla de tres adiciones de material importantes, estos son: El cemento, agua y agregados, finalmente dependiendo de los fines de uso también se podría agregar aditivos. (Corporación Aceros Arequipa, 2010)

Dimensiones de la variable independiente

Propiedades físicas del grafito

Dimensiones de la variable independiente

Propiedades físicas del concreto

Las propiedades en estado fresco del concreto deben permitir una adecuada maniobrabilidad con la finalidad de que este pueda acomodarse en cualquier molde, de igual forma también tener una masa homogénea las cuales no tengan cantidades de aire o agua atrapada. (Niño, 2010)

Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades mecánicas del concreto en su estado endurecido son de vital importancia para un óptimo funcionamiento del concreto en su etapa final, para lograr esto, los materiales que lo componen deben ser idóneos para que este material sea apto para la construcción. (Sánchez, 1996; Rivva, 2000; Niño 2010),

Indicadores de la variable independiente

Composición del grafito

Dosificación de polvo de grafito 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09%

Indicadores de la variable dependiente

Trabajabilidad

Contenido de aire

Densidad

Esfuerzo axial

Resistencia a la tracción

Esfuerzo a flexión

Definición operacional de variables.

Se llevara a cabo ensayos en laboratorio, donde se adicionará porcentajes (%) de polvo de grafito; para optimizar la resistencia a los esfuerzos de compresión del concreto mediante un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ El concreto se probará

física y mecánicamente, estado fresco se determinará la trabajabilidad, peso unitario y contenido de aire para posteriormente desarrollar ensayos de esfuerzo a compresión, tracción y módulo de rotura, se elaborarán 108 probetas cilíndricas y 18 probetas prismáticas adicionando polvo de grafito en dosis de 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08% y 0,09%. en las cuales se realizarán los ensayos a fin de obtener los esfuerzos a compresión y tracción a los 7, 14 y 28 días de edad., así como el esfuerzo bajo condiciones de flexión a los 28 días respectivamente.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Al respecto (Niño, 2011) expresa que “La población en su totalidad está representada por todos los componentes que forman una investigación” (pág. 55).

La población en el caso de la presente investigación será todo el concreto que se elaborará, se tendrá un concreto patrón y también con la adición de nuestras cinco (5) dosificaciones.

Muestra

Según (Hernández, Fernández, Baptista, 2014) señala que “La muestra esencialmente es un subconjunto de elementos pertenecientes a lo que denominamos población” (pág. 175).

La muestra de esta investigación fueron los testigos cilíndricos y prismáticos de concreto

En esta presente tesis investigativa para determinar el número de muestras para cada ensayo me apoye a lo que establecen las normas ASTM C-496 y ASTM C-39, las cuales indican la elección del número de muestras están en función a las dimensiones de las briquetas, recomendando tomar como mínimo 3 muestras para briquetas con dimensiones de 6” de diámetro por 12” de alto, bien sea para los 7, 14 y 28 días de edad del concreto.

Tabla 03.

Numero de testigos cilíndricos de acuerdo a la cantidad de ensayos.

| % Polvo de grafito | Roturas de esfuerzo a compresión | | | Roturas de esfuerzo a tracción | | | Numero de testigos |
|--------------------|----------------------------------|---------|---------|--------------------------------|---------|---------|--------------------|
| | 7 días | 14 días | 28 días | 7 días | 14 días | 28 días | Briqueta 6" x 12" |
| 0.00% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 0.05% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 0.06% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 0.07% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 0.08% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| 0.09% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| TOTAL | | | | | | | 108 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 04.

Numero de muestras prismáticas de acuerdo a la cantidad de ensayos

| % Polvo de grafito | Roturas de esfuerzo a flexión | Cantidad de muestras |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | 28 días | Viga (m) 0.15x0.15x0.50 |
| 0.00% | 3 | 3 |
| 0.05% | 3 | 3 |
| 0.06% | 3 | 3 |
| 0.07% | 3 | 3 |
| 0.08% | 3 | 3 |
| 0.09% | 3 | 3 |
| TOTAL | | 18 |

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

(Niño, 2011) menciona que “El muestreo no probabilístico se aplica al usar una perspectiva preestablecida o intencionalmente establecida, para elegir muestras que tengan representación de la población” (pág. 57).

La técnica de muestreo de esta investigación fue el no probabilístico ya que no hemos elegido la cantidad de testigos cilíndricos y prismáticos al azar.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

A propósito (Niño, 2011) señala que “Las técnicas o también llamadas comúnmente métodos de investigación, definitivamente no existe una nomenclatura definida entre los autores, por lo tanto, no hay inconvenientes en usar cualquiera de estos términos, con la condición que no se confundan o precise su concepto.” (pág. 61).

Técnicas de Investigación

Según (Niño, 2011) “Algunas de las técnicas tradicionales usadas por investigadores son las de observación, entrevista y encuesta” (pág. 61).

Usaremos la observación directa por lo que veremos cómo se comportan los agregados finos y gruesos mediante el análisis de granulometría, así como también el del diseño de mezclas. Concluida esta etapa se procederá a realizar los ensayos respectivos en laboratorio para de esta forma determinar la dosificación idónea que tendrá el concreto adicionando el polvo de grafito.

Instrumentos de recolección de datos

Según (Carrasco, 2006) expresa que “Los conocimientos legítimos son obtenidos mediante la utilización de instrumentos de investigación que proporcionan un papel de gran importancia en la recolección de datos” (pág. 334).

Para esta presente investigación se utilizó como instrumento de recolección de datos, los formatos de análisis granulométrico de mecánica de suelos para los agregados fino y grueso, formato de diseño de mezclas y formatos para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

Validez

Al respecto (Hernández, Fernández, Baptista, 2014) “Se entiende por validez al nivel en que un objeto o instrumento mide la variable que se desea medir o pesa lo que se desea pesar” (pág. 200).

Sabiendo esto, se utilizarán los instrumentos para cada uno de los ensayos como son los de análisis granulométrico por tamizado, hallar de esta forma las características físicas de los ambos tipos de agregados.

Confiabilidad

Según (Carrasco, 2006) indica que el termino de confiabilidad es una propiedad por la cual se ejecutara con instrumentos los cuales siendo aplicado en múltiples ocasiones a varias personas y objetos se pueden obtener resultados similares o diferentes.

Podemos decir que en esta investigación se verifico que los equipos a utilizar cuenten con la documentación respectiva indicando que se encuentran en buen estado y perfectamente calibrados. También el laboratorio en donde se realizarán los ensayos debe estar certificado por la INACAL, así como también los resultados deben estar firmados por un ingeniero civil colegiado.

3.5. Procedimiento de aplicación.

Primero, se procede a detallar el proceso de aplicación que empieza con la obtención de los áridos a utilizar para la fabricación del concreto, dichos agregados serán extraídos de la cantera La Victoria en el Distrito de Patapo, la cantera Tres Tomas en la provincia de Ferreñafe, estos áridos deberán cumplir con ciertos parámetros que ya establece la NTP 400.012 con la finalidad de analizar la granulometría, pesos unitarios (NTP 400.017), pesos específicos y (NTP 400.021 y NTP 400.022) esto para determinar la absorción, (NTP 339.185) esto para el contenido de humedad, posteriormente ejecutados los ensayos correspondientes a los agregados se realiza el diseño de mezclas por el método del ACI comité 211 para el concreto.

El polvo de grafito se obtuvo de una empresa la cual tiene desarrollo en el rubro de venta de productos industriales, según su ficha técnica, este material posee un color negro brillante, el tamaño de sus partículas es de 45 μm y su densidad es de 2.20 Kg/m³, teniendo en cuenta esto, a dicho material carbonoso se le conoce como un material nanométrico.

Obtención del agregado

Cantera “La Victoria – Patapo”

La cantera La Victoria, lugar de extracción de los agregados, se ubica en el distrito de Pátapo el cual está ubicado al Este de Chiclayo, a unos 31 km desde dicha provincia. La cantera está ubicada exactamente en el rio loco la victoria, allí desembocan las aguas del rio chancay.

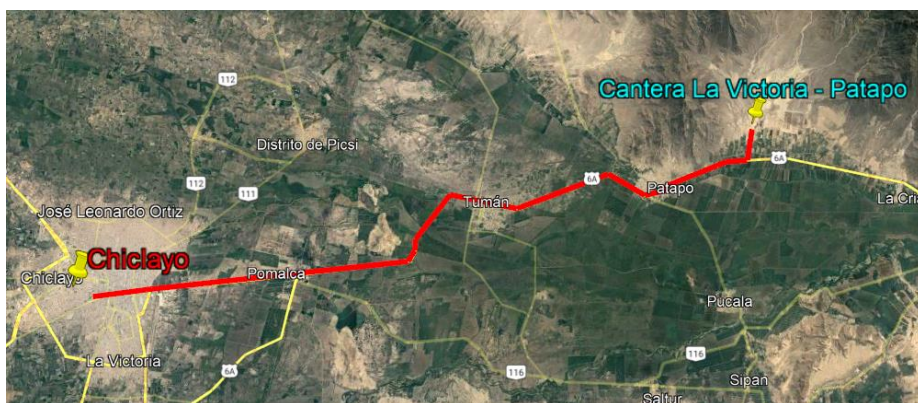


Figura 21: Vista satelital de ubicación de la cantera La Victoria
Fuente: Google Earth

Esta cantera cuyas coordenadas UTM 9260500 a 558200, explota los siguientes materiales.

Tabla 05:

Materiales explotados por la cantera La Victoria

| CANTERA | COMPOSICION | USOS |
|----------------------|----------------|--|
| La Victoria - Patapo | Cantos rodados | Utilizados en el sector construcción de la provincia de Chiclayo |
| | Grava gruesa | |
| | Grava mediana | |
| | Grava fina | |
| | Arena fina | |
| | Arena gruesa | |

Fuente: (Carranza Morales, Juan & Paredes Quintana, Reynaldo, 2018)

Cantera “Tres Tomas - Ferreñafe”

Se ubica en el distrito de Manuel Mesones Muro – Ferreñafe departamento de Lambayeque, desde la ciudad de Chiclayo hasta la provincia de Ferreñafe hay una distancia de 20 Km, luego 9 Km hacia el canal Taimi, este trayecto cuenta con una vía asfaltada en buen estado, por último, se recorre una distancia de 4 Km hasta llegar a dicha cantera, teniendo un total de distancia de 33 Km desde la Ciudad de Chiclayo.

Esta cantera cuyas coordenadas UTM 9269923 a 646143, explota los siguientes materiales.



Figura 22: Vista satelital de ubicación de la cantera Tres Tomas
Fuente: Google Earth

Tabla 06:
Materiales explotados por la cantera Tres tomas

| CANTERA | COMPOSICION | USOS |
|------------------------|-------------------------------|--|
| Tres Tomas - Ferreñafe | Base granular | Utilizados en el sector construcción de la provincia de Chiclayo |
| | Sub base granular | |
| | Agregado grueso para concreto | |

Cantera “Cojal - Cayalti”

Se encuentra en el Distrito de Cayaltí ubicado a 51 Km desde la Ciudad de Chiclayo, la distancia aproximada desde Cayaltí hasta el Centro Poblado Cojal es de 8 Km, por último, se debe recorrer una distancia de 3 Km hasta llegar a dicha cantera teniendo un total de 62 Km aproximadamente desde la Ciudad de Chiclayo.



Figura 23: Vista satelital de ubicación de la cantera Cojal
Fuente: Google Earth

Tabla 07:
Materiales explotados por la cantera Cojal

| CANTERA | COMPOSICION | USOS |
|-------------------------|--------------------|--|
| Cantera Cojal - Cayalti | Piedra chancada | Utilizados en el sector de la construcción en el distrito de Cayaltí |
| | Arena zarandeada | |
| | Base granular | |
| | Subbase granular | |
| | Afirmado y relleno | |

Cantera “Arica” – Nueva Arica

Se encuentra en el Distrito de Nueva Arica ubicado a 78 Km desde la Ciudad de Chiclayo, por último, la distancia aproximada desde Nueva Arica hasta la cantera es de 4 Km, teniendo un total de 82 Km aproximadamente desde la Ciudad de Chiclayo.



Figura 24: Vista satelital de ubicación de la cantera Arica
Fuente: Google Earth

Tabla 08:
Materiales explotados por la cantera Nueva Arica

| CANTERA | COMPOSICION | USOS |
|-----------------------------|--------------------|--|
| Cantera Arica – Nueva Arica | Piedra chancada | Utilizados en el sector de la construcción en el distrito de Nueva Arica e inmediaciones |
| | Agredo fino | |

Análisis y pruebas de los agregados finos y gruesos

Los agregados cumplen un rol importantísimo en la elaboración de un metro cubico de concreto ya que su principal objetivo es reducir el contenido de pasta de cemento por metro cubico cumpliendo el rol de relleno, dicho sea de paso, se puede afirmar que los agregados ocupan un 65% a 70% del volumen por metro cubico de esta roca artificial.

Propiedades como la durabilidad, así como la resistencia del concreto dependen de que tan buenas sean las propiedades físicas y químicas de estos áridos.

Con ayuda de las normas ya establecidas, se procedió a realizar los diferentes ensayos para determinar la granulometría, pesos unitarios sueltos y compactados, contenido de humedad, módulo de finura, absorción y pesos específicos. Los resultados de dichos ensayos se presentarán en el apartado de anexos.

Diseño de mezcla de concreto

Con los valores granulométricos de los agregados y habiendo obtenido los pesos específicos, contenido de humedad, el agregado grueso con su tamaño máximo nominal y finalmente el módulo de finura del agregado fino, procedemos a la elaboración del diseño de mezclas basándonos en la norma ACI 211 el cual nos proporciona un guía mediante tablas en las cuales obtendremos las cantidades idóneas de materiales a utilizar para 1m³ de concreto.

Para este proyecto de investigación se realizó un diseño de mezcla para concreto patrón y un diseño de mezclas para cada una de las dosificaciones propuestas teniendo seis diseños de mezclas en total, se realiza un diseño de mezclas para cada dosificación debido a que las adiciones de polvo de grafito y aditivo plastificante ocupan un volumen determinado en el concreto teniendo

que realizar las correcciones correspondientes para las proporciones finales de cada diseño, modificando las cantidades de agua y agregados.

Tabla 09.

Diseño de mezcla con la adición de aditivo + polvo de grafito kg/m³

| Cantidad de materiales para producir 1m³ de concreto | | | | | |
|--|----------------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------------|
| Cemento | Agregado fino | Agregado grueso | Agua | Aditivo | Polvo de grafito (gr) |
| Concreto + Sikament 290N (0.3%) + polvo de grafito (0.05%) | | | | | |
| 367.10 | 830.58 | 941.57 | 158.00 | 1.100 | 0.184 |
| Concreto + Sikament 290N (0.3%) + polvo de grafito (0.06%) | | | | | |
| 367.10 | 830.53 | 941.57 | 158.00 | 1.100 | 0.220 |
| Concreto + Sikament 290N (0.3%) + polvo de grafito (0.07%) | | | | | |
| 367.10 | 830.49 | 941.57 | 158.00 | 1.100 | 0.257 |
| Concreto + Sikament 290N (0.3%) + polvo de grafito (0.08%) | | | | | |
| 367.10 | 830.44 | 941.57 | 158.00 | 1.100 | 0.294 |
| Concreto + Sikament 290N (0.3%) + polvo de grafito (0.09%) | | | | | |
| 367.10 | 830.40 | 941.57 | 158.00 | 1.100 | 0.330 |

Fuente: Elaboración propia

Al igual que los resultados obtenidos de los ensayos correspondiente a los agregados, las dosificaciones por peso y volumen de los materiales a usar por 1m³ de concreto se detallarán, presentándose en el apartado de anexos.

Dosificación del diseño de mezclas adicionando polvo de grafito

Se realizaron 6 mezclas de concreto fresco las cuales representan a las dosificaciones de 0.00%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09%, debido a que los porcentajes que se trabajaron son muy pequeños, se pesó dichos porcentajes con la ayuda de una balanza calibrada y graduada al 0.01 gr, un recipiente previamente pesado, así como también una espátula plana tipo cuchara.

La cantidad del polvo de grafito fue a razón del peso del cemento, este finalmente se agregará en estado seco o en polvo a la mezcladora. Se deben tener todos los materiales o ingredientes del concreto, listos y exactamente pesados para el mezclado correspondiente.



Figura 25. Dosificaciones con adición de polvo de grafito
Fuente: Elaboración propia

Secuencia para la preparación de mezcla de concreto

- Tener en cuenta que antes de preparar cada mezcla de concreto, debemos calcular el peso de los materiales por cada dosificación a elaborar, (cemento, agregados, agua, aditivo y polvo de grafito) estos pesos deberán ser consecuentes con el total de testigos cilíndricos y rectangulares (vigas) que se pretente elaborar, así como lo muestra las **tablas 03 y 04**.

Tabla 10.

Componentes para la elaboración de concreto patrón en peso

| Materiales | Peso (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|-----------------------|------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 833.30 | 125.00 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 198 | 29.70 |
| Polvo de grafito | - | - |
| Aditivo Sikament 290N | - | - |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.*Componentes para la elaboración de concreto + 0.05% polvo de grafito*

| Materiales | Peso de Materiales (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|----------------------------|-------------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 830.58 | 124.59 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 158 | 23.7 |
| Polvo de grafito 0.06% | 0.184 | 0.0276 |
| Aditivo Sikament 290N 0.3% | 1.10 | 0.165 ml |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.*Componentes para la elaboración de concreto + 0.06% polvo de grafito*

| Materiales | Peso de Materiales (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|------------------------|-------------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 830.53 | 124.58 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 158 | 23.7 |
| Polvo de grafito 0.07% | 0.220 | 0.033 |
| Aditivo Sikament 290N | 1.10 | 0.165 ml |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.*Componentes para la elaboración de concreto +0.07% polvo de grafito*

| Materiales | Peso de Materiales (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|------------------------|-------------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 830.49 | 124.57 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 158 | 23.7 |
| Polvo de grafito 0.08% | 0.257 | 0.039 |
| Aditivo Sikament 290N | 1.10 | 0.165 ml |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.*Componentes para la elaboración de concreto +0.08% polvo de grafito*

| Materiales | Peso de Materiales (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|------------------------|-------------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 830.44 | 124.57 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 158 | 23.7 |
| Polvo de grafito 0.08% | 0.294 | 0.044 |
| Aditivo Sikament 290N | 1.10 | 0.165 ml |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.*Componentes para la elaboración de concreto +0.09% polvo de grafito*

| Materiales | Peso de Materiales (Kg) | Peso de ingredientes por tanda de concreto (Kg) |
|------------------------|-------------------------|---|
| | 1 m ³ | 0.15 m ³ |
| Cemento | 367.10 | 55.07 |
| A. Fino | 830.40 | 124.56 |
| A. Grueso | 941.57 | 141.24 |
| Agua | 158 | 23.7 |
| Polvo de grafito 0.08% | 0.330 | 0.0495 |
| Aditivo Sikament 290N | 1.10 | 0.165 ml |

Fuente: Elaboración propia

- Con la ayuda de un mezclador eléctrico se realizó la mezcla de concreto incorporando los componentes del concreto siguiendo un orden determinado, siendo el orden: (agregado grueso, agregado fino y cemento más polvo de grafito), una vez vertidos estos componentes, se mezclaran los materiales secos por el tiempo de 1 minuto, seguidamente se añadirá el aditivo Sikament 290N el cual, el fabricante, recomienda una dosificación de 0.3% - 0.7% como plastificante o 0.7% - 1.2% como superplastificante, en este caso, para esta investigación se tomó la dosificación de 0.3% de aditivo con respecto al peso del cemento, diluyéndolo en la cantidad total del agua requerida para la mezcla. Una que haya terminado el minuto de mezclado

de los componentes secos, se procede a añadir la mezcla de agua y aditivo progresivamente mezclando todos los materiales por un tiempo de 5 minutos.



Figura 26. Preparación de los materiales para el concreto
Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa los agregados, cemento más polvo de grafito, agua y aditivos, pesados y listos para iniciar con el mezclado del concreto



Figura 27. Mezclado del concreto segun procedimiento
Fuente: Elaboracion propia

En la figura se puede observar como inicia el proceso de mezclado, vertiendo los materiales secos, y finalmente luego del tiempo estipulado (1 min) de mezclado se añade el agua con aditivo para su mezclado final de 5 minutos.



Figura 28. Concreto en mezclador eléctrico
Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede apreciar que el concreto ya fue mezclado y queda listo para empezar a moldear las probetas.

Moldeo de probetas cilíndricas en laboratorio (NTP 339.183)

Esta investigación planifico el número mínimo de probetas por edad y tipo de ensayo, preparando 3 testigos como mínimo para los ensayos de compresión y tracción para cada dosificación y edades de 7, 14 y 28 días, en caso de las vigas o testigos prismáticos solo se realizará el ensayo a flexión a los 28 días, considerando 3 vigas para cada dosificación.

- En primer lugar teniendo limpia las briqueta o moldes, se proceden a lubricarlas de aceite, con la finalidad de facilitar un óptimo desencofrado, este proyecto utilizo briquetas de 6" de diámetro x 12" de altura (15cm x 30cm), las mismas que están aprobadas en las normas ASTM C31 y NTP 339.183, las que también especifican un procedimiento de llenado, el cual consiste en llenar en 3 capas o en tercios iguales, cada capa será compactada o varillada 25 veces con una varilla de 16mm de diámetro x 600mm de largo, cada capa compactada será golpeada externamente con la ayuda de un mazo de goma.

- Terminado el proceso de llenado se enrasa la superficie de la probeta con la misma varilla de apisonamiento.



Figura 29. Moldeo de probetas 6" x 12"

Fuente: Elaboración propia

En la figura se visualiza el moldeo de briquetas cilíndricas, las cuales serán compactadas y finalmente enrasadas para su posterior fraguado y desencofrado.



Figura 30. Moldeo de probetas prismáticas de 15cm x 15cm x 50 cm

Fuente: Elaboración propia

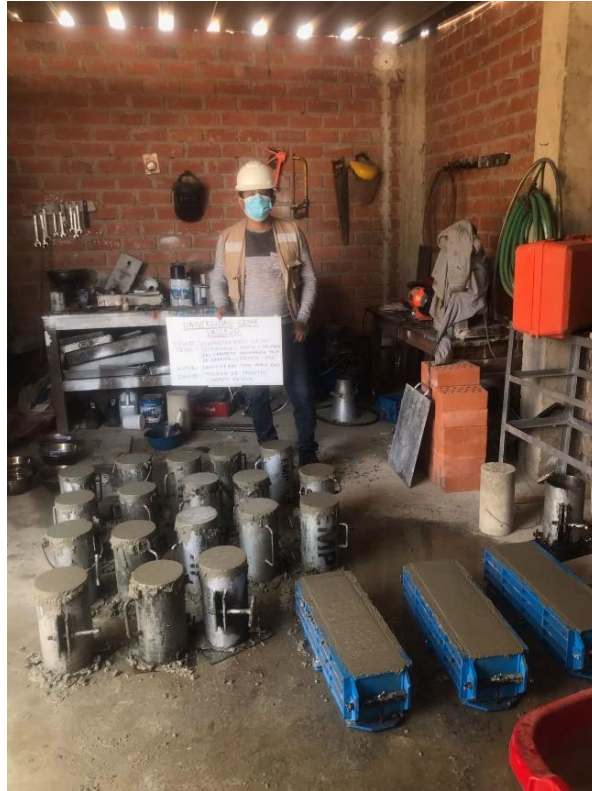


Figura 31. Vaciado de Probetas
Fuente: Elaboración propia

El número total de las probetas cilíndricas para las 6 dosificaciones es de 108 probetas, mientras que en número total de vigas son 18, estas cantidades serán sometidas a esfuerzos de compresión, tracción a los 7, 14 y 28 días, a flexión a los 28 días, teniendo 18 probetas cilíndricas y 3 vigas por dosificación.

3.6 Método de análisis de datos

(Baena, 2017) nos dice que “las investigaciones en la actualidad deben poseer un adecuado procesamiento de la información resultante con valores inteligibles y entendibles, para que de esta forma expresar lo que verdaderamente se está investigando, obteniendo resultados verídicos y concisos” (pág. 110).

La presente investigación desarrollo ensayos antes de la elaboración del concreto empezando por los ensayos que se realizan a los agregados y estos son la determinación del análisis granulométrico por tamizado de los agregados fino y grueso, así como el contenido de humedad, peso específico

y peso unitario. Para las propiedades del concreto fresco también se llevaron a cabo ensayos, realizando la prueba del cono de Abrams dando como resultado un asentamiento determinado también llamado slump de la propia mezcla de concreto, contenido de vacíos y densidad. Así como también los ensayos correspondientes a las resistencias por compresión, tracción y flexión.

Contrastación de hipótesis

En esta investigación se dispuso la contratación de hipótesis por lo que utilicé el software de SPSS, este programa se utiliza para ejecutar análisis estadísticos, como las estadísticas de tipo descriptivas, bivariadas, regresión, análisis de factores y análisis gráficos.

Para la finalidad de la aplicación de este programa se analizó y determino si las hipótesis propuestas son rechazadas o aceptadas pudiendo variar sus rangos de tipo nulo o significativo, el factor de significancia es muy importante siendo 0.05 o 5% el margen de error aceptado que pueda tener esta investigación y el 95% es el grado de confiabilidad, si obtenemos un valor mayor a 0.05 la hipótesis nula será aceptada y si el valor es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis del investigador.

Al usar esta aplicación nos permitirá agregar los resultados de nuestros ensayos todos a la vez, aquí es cuando el programa analizara y nos proporcionara el valor de significancia.

El primer paso para determinar si nuestros resultados tienen normalidad es aplicar la prueba de Shapiro-Wilk la cual se utiliza cuando se tienen menos de 50 muestras.

Luego de haber aplicado el supuesto de normalidad se procede con la prueba de homogeneidad de varianzas mediante el método de Levene, por último, se aplica la prueba del ANOVA de un factor con el pos hoc Scheffé para muestras diferentes y de esta manera se determinará cuál de las adiciones es la más significativa.

3.7 Aspectos éticos

Este presente proyecto se ha elaborado con mucha originalidad respetando nuestros antecedentes que es el pilar fundamental en la obtención de conocimientos e información importantísima para el desarrollo de esta investigación. Hemos cuidado el correcto uso del citado conservado la fuente original y respetando al autor.

IV. RESULTADOS

Aspectos generales del proyecto

La presente investigación se desarrolló en la Provincia de Chiclayo, Distrito de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. La provincia de Chiclayo se ubica al noreste de la capital del Perú, tiene una superficie de 174.5 Km², con una elevación de 27 m.s.n.m, Según el censo del año 2017, Chiclayo tiene una población de 799675 habitantes. Chiclayo, presenta en la mayor parte del año, una temperatura de 16°C, con vientos al sur de 18km/h, también tiene una humedad del 86%.

El acceso a Chiclayo, considerando Lima como punto de partida, es por la carretera asfaltada Panamericana Norte, la distancia de Lima a Chiclayo es de 756 km y dura un tiempo aproximado de 14 horas, la mayor parte de la ruta es autopista.



Figura 32. Mapa satelital de Chiclayo
Fuente: Google Earth

Ubicación política:

- Departamento : Lambayeque
- Provincia : Chiclayo
- Distrito : Chiclayo



Figura 33. Mapa de ubicación geográfica
Fuente: Google

Chiclayo pertenece al departamento de Lambayeque ubicado en el Norte del Perú. Sus puntos limítrofes por el norte son con las provincias de Lambayeque y Ferreña fe, por el Sur con el departamento de La Libertad, por el este con el departamento de Cajamarca y por el Oeste con el Océano Pacífico.

Descripción del Proyecto

Para la presente investigación tuve como punto de inicio las normas técnicas peruanas (NTP), la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, con sus siglas en inglés (ASTM). Se utilizaron los procedimientos especificados en dichas normas para ejecutar los ensayos correspondientes antes y después de la preparación del concreto, el antes es importante, por que determinara la calidad de los agregados a ser empleados en las mezclas de concreto, el después también lo es, ya que evaluaremos de qué manera se comportan las diversas propiedades del concreto (físicas – mecánicas).

El nano material a emplearse es de tipo industrial, derivado del grafeno, material altamente resistente, liviano y con propiedades sobresalientes. Fue adquirido en una empresa dedicada a la venta de productos industriales el cual se adiciono al

concreto en proporciones de 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% con respecto al peso del cemento.

Se realizó el diseño de mezcla por el método Comité 211 ACI, para concreto con resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, los agregados fueron extraídos de la cantera La Victoria y tres tomas, estas canteras son reconocidas por vender agregados de buena calidad al sector construcción. A estos agregados se le realizó los ensayos necesarios de acuerdo a la NTP para determinar su granulometría, pesos unitarios, pesos específicos, contenido de humedad, módulo de fineza, etc. Realizado estos ensayos, se determinó el fiel cumplimiento de los agregados con las normas ya mencionadas.

Una vez que se obtuvo las lecturas granulométricas de los agregados, se realizó el diseño de mezcla.

Se elaboró el concreto de acuerdo a las cantidades obtenidas en su diseño de mezcla específico y se procedió a evaluar las propiedades del concreto en estado trabajable, hallándose la consistencia (slump) mediante la prueba del cono de Abrams, también se determinó la densidad del concreto y por último, el contenido de aire del concreto con la ayuda del Aerímetro.

Así mismo se realizaron ensayos para determinar las propiedades del concreto endurecido, esto se logra al someter al cilindro o testigo de concreto a resistencia a compresión, tracción a los 7, 14 y 28 días de edad, mientras que para realizar el ensayo de resistencia a flexión solo se sometió a las vigas a dicho esfuerzo a los 28 días de edad.

OE1: Determinar la influencia de las propiedades físicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021

De las propiedades del concreto fresco

Determinación de la consistencia (NTP 339.035)

Para realizar este ensayo, se verifico que la mezcla esta homogénea dentro de la mezcladora, luego se vierte concreto dentro del cono en 3 capas iguales o en tercios iguales varillando 25 veces cada capa hasta llegar a la superficie, la cual será enrasada con la misma varilla de 16mm de diámetro x 600mm de largo. Una vez este enrasada la superficie se retira el molde hacia arriba para constatar cuanto es

que se asienta el concreto, poniendo el molde retirado al costado de la mezcla asentada y midiendo la distancia vertical o revenimiento del concreto. Este procedimiento se realiza para las 6 dosificaciones teniendo en cuenta que la primera dosificación (concreto patrón) se diseñó para que sea de una consistencia plástica de 3" a 4".



Figura 34. Determinación del revenimiento
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16.
Asentamientos del concreto patrón y dosificaciones

| Características | SLUMP (pulg) | | | SLUMP PROMEDIO (cm) |
|---|--------------|------|------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Concreto patrón | 3.5 | 3.25 | 3.75 | 8.89 |
| Concreto con adición de polvo de grafito al 0.05% | 3.25 | 3.25 | 3 | 8.04 |
| Concreto con adición de polvo de grafito al 0.06% | 3 | 3 | 3.25 | 7.83 |
| Concreto con adición de polvo de grafito al 0.07% | 2.75 | 2.5 | 2.5 | 6.56 |
| Concreto con adición de polvo de grafito al 0.08% | 1.75 | 2 | 2.25 | 5.08 |
| Concreto con adición de polvo de grafito al 0.09% | 1.5 | 2 | 1.5 | 4.23 |

Fuente: Elaboración propia

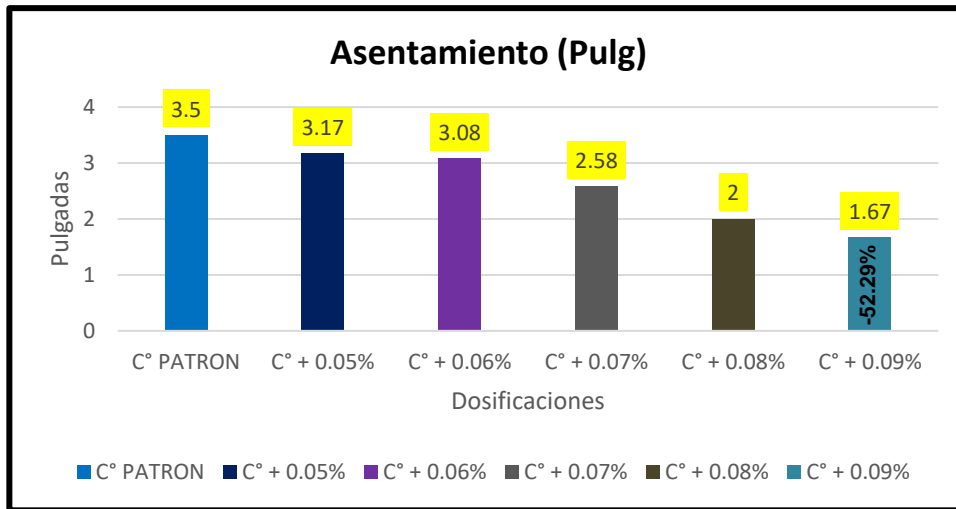


Figura 35. Consistencia del concreto
Fuente: Elaboracion propia

Interpretación

En la figura podemos observar que de los resultados obtenidos el concreto con la adición de 0.09% de polvo de grafito hace que se pierda trabajabilidad en la mezcla alcanzando un valor de 1.67", por lo tanto, no cumple con el diseño de mezclas ya que el diseño de nuestra mezcla fue para un concreto con consistencia plástica, pero los resultados nos muestran una consistencia seca.

Determinación de la densidad del concreto fresco

La normatividad vigente que impulsa este procedimiento son la NPT 339.046 y la Norma ASTM C138/C138M. El método de consolidación del concreto por apisonado es el procedimiento con el cual se determinara esta propiedad del concreto en estado fresco (densidad), el proceso correcto a seguir es de usar un recipiente del cual conoceremos su peso y volumen y dentro de este se vierte concreto en 3 fases o capas, cada una de estas capas fue apisonada con una varilla de 16mm de diámetro y 600mm de largo aplicando 25 golpes, de igual manera este recipiente fue golpeado exteriormente con un martillo de goma entre 10 a 15 veces usando la fuerza propia adecuada con el fin de cerrar algún vacío en el interior al momento de varillar. Al momento de terminar el chuseado se procede a nivelar la mezcla del recipiente con una herramienta plana, finalmente se procede al pesado determinando así la masa del concreto. Al conocer el peso del recipiente se pudo calcular enseguida el peso de la masa del concreto dividiendo esta por el volumen del molde, obteniendo la densidad por metro cúbico de concreto

Tabla 17.

Densidad del concreto para diferentes dosificaciones

| CONCRETO | Peso del molde (gr) | Volumen del molde (cm3) | Peso del molde + concreto (gr) | Peso del concreto (gr) | DENSIDAD (kg/m3) | DENSIDAD PROMEDIO (Kg/cm2) |
|----------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|----------------------------|
| C° Patrón | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.50 | 2290.50 |
| | | | 19596 | 16144 | 2289.93 | |
| | | | 19604 | 16152 | 2291.06 | |
| C° Patrón + 0.05% PG | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.50 | 2290.40 |
| | | | 19591 | 16139 | 2289.22 | |
| | | | 19607 | 16155 | 2291.49 | |
| C° Patrón + 0.06% PG | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.50 | 2290.64 |
| | | | 19598 | 16146 | 2290.21 | |
| | | | 19605 | 16153 | 2291.21 | |
| C° Patrón + 0.07% PG | 3452 | 7050 | 19606 | 16154 | 2291.35 | 2290.31 |
| | | | 19601 | 16149 | 2290.64 | |
| | | | 19589 | 16137 | 2288.94 | |
| C° Patrón + 0.08% PG | 3452 | 7050 | 19550 | 16098 | 2283.40 | 2283.64 |
| | | | 19558 | 16106 | 2284.54 | |
| | | | 19547 | 16095 | 2282.98 | |
| C° Patrón + 0.09% PG | 3452 | 7050 | 19512 | 16060 | 2278.01 | 2276.93 |
| | | | 19499 | 16047 | 2276.17 | |
| | | | 19502 | 16050 | 2276.60 | |

Fuente: Elaboracion propia

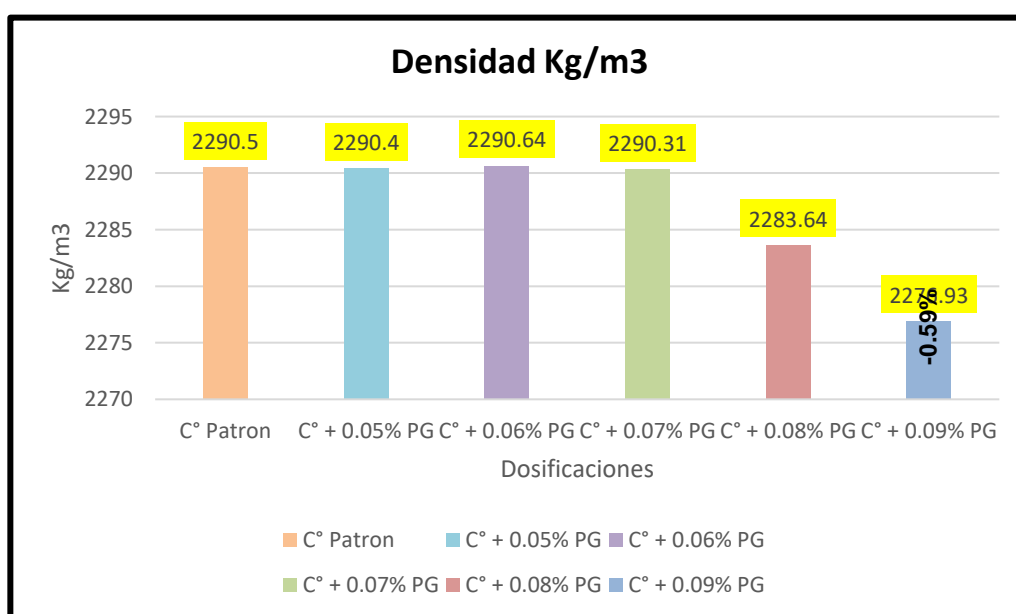


Figura 36. Densidades del concreto para cada una de las dosificaciones

Fuente: Elaboracion propia

Interpretación

Podemos apreciar que la adición de polvo de grafito al concreto en dosificaciones de 0%, 0.05%, 0.06% y 0.07% no se aprecia alguna modificación del peso unitario del concreto, mientras que al adicionar la proporción de 0.08% y 0.09% de polvo de grafito vemos una reducción de la densidad del concreto de 6.86 Kg/m³ y 13.57 Kg/m³ respectivamente, de esta manera se ve reducido el peso del concreto por metro cubico.



Figura 37. Determinación de la densidad del concreto

Fuente: Elaboración propia

Determinación del contenido de aire del concreto

Este ensayo fue elaborado con la ayuda de las Normas NTP 339.046 y ASTM C231 – Contenido de aire del hormigón fresco, método de presión, el cual se elaboró vaciando una muestra representativa de concreto en un recipiente humedeciendo sus bordes internos como primera parte del proceso, este recipiente se colocó sobre una superficie nivelada, de inmediato se colocó el concreto en tres partes iguales para proceder luego a varillar 25 veces, en esta parte se tiene que tener especial cuidado no golpear el fondo del recipiente con la varilla, por capa vaciada se le dieron de 10 a 15 golpes con un mazo de goma por la parte externa del recipiente, al terminar el proceso de vaciado y compactado se tiene que alisar la superficie del recipiente, limpiando los filos ya que se le colocara una tapa que cumple el papel

de hermetizar el recipiente, de tal forma que no exista escapes de agua o aire al momento que se adicione agua con un embudo, esta agua se adicionara de manera que salga por una de las válvulas de purga, luego de que haya salido toda el agua por dicha válvula se procede a bloquear o cerrar la propia válvula y a inyectar aire dentro del recipiente, al momento que la aguja marque en (0), se abrirá la válvula principal la cual se ubica entre la cámara de aire y el tazón, se procede a registrar la lectura que muestra el manómetro.

Tabla 18.

Contenido de aire para diferentes dosificaciones

| CONCRETO | CONTENIDO DE AIRE (%) | | | PROM CONT. AIRE (%) |
|----------------------|-----------------------|------|------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| C° Patrón | 1.6 | 1.65 | 1.65 | 1.63 |
| C° Patrón + 0.05% PG | 1.65 | 1.65 | 1.75 | 1.68 |
| C° Patrón + 0.06% PG | 1.95 | 1.90 | 1.85 | 1.90 |
| C° Patrón + 0.07% PG | 1.85 | 1.95 | 1.85 | 1.88 |
| C° Patrón + 0.08% PG | 2.15 | 2.10 | 2.10 | 2.12 |
| C° Patrón + 0.09% PG | 2.25 | 2.25 | 2.20 | 2.23 |

Fuente: Elaboración propia

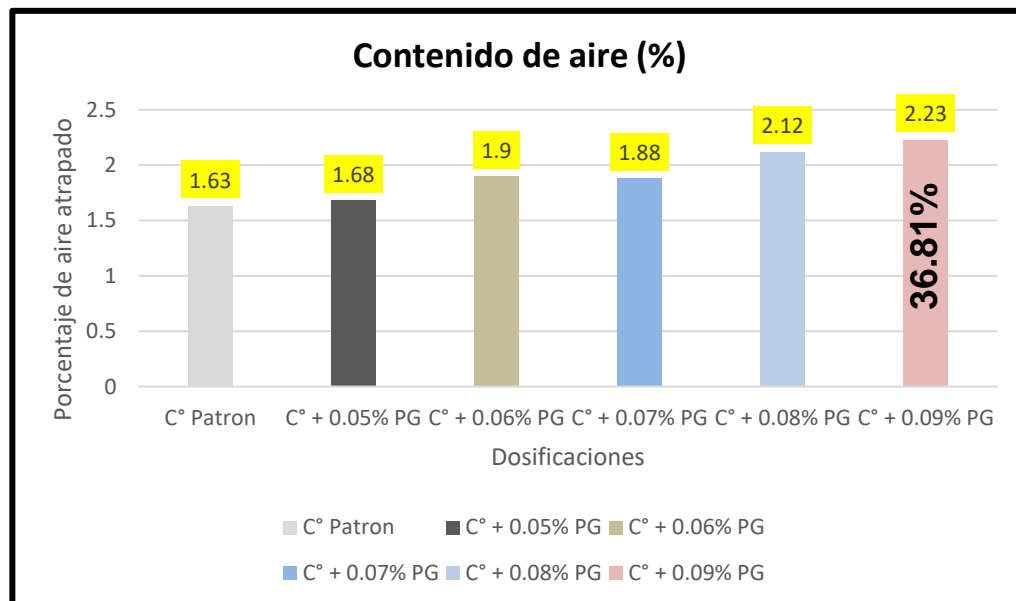


Figura 38. Contenido de aire del concreto para cada una de las dosificaciones

Fuente: Elaboracion propia

Interpretación

Podemos apreciar que conforme se va a adicionando polvo de grafito al concreto, aumenta el contenido de aire del material cementante, teniendo en cuenta que nuestro diseño fue un concreto con contenido de aire del 2%, el resultado final

muestra una diferencia de contenido de aire de 0.60% con respecto al concreto patrón.



Figura 39. Determinación del contenido de aire

Fuente: Elaboración propia

OE2: Determinar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021

De las propiedades del concreto endurecido

Ensayo del esfuerzo a compresión y tracción a los 7 días de edad

Para el ensayo del esfuerzo a la compresión, se realizaron briquetas que fueron elaboradas los días 05, 06, 07, 11 de octubre y el 1, 2 de noviembre del año 2021, debiendo realizar las primeras roturas los días 12, 13, 14 y 18 de octubre y 8, 19 de noviembre del año ya mencionado, los testigos son de 6” de diámetro x 12” de longitud, se realizaron 6 roturas, 3 a compresión y 3 a tracción para cada dosificación realizada teniendo un total de 36 testigos sometidos a compresión y tracción a los 7 días.

Los testigos estuvieron 7 días sumergidos en agua esto con el fin de lograr una hidratación óptima que no es más que el curado propio del concreto.

El procedimiento para realizar la rotura de las probetas cilíndricas es, luego de haber sustraído las briquetas de la posa de curado se procede a secarlas e inmediatamente se procede a realizar el ensayo registrando el diámetro y la longitud de la probeta a ensayar con la finalidad de hacer el cálculo correspondiente para determinar su área, esta área será un valor importante para luego de la rotura calcular el esfuerzo máximo de dicha probeta a compresión. Para resistencia a la

compresión se coloca la probeta apoyada en su diámetro y se ejerce una fuerza axial con la ayuda de una prensa a una velocidad constante para que de esta manera determinar la carga máxima que soporta antes de que falle.

Una vez obtenida la lectura de resistencia (KN), se procede a la conversión para obtener la unidad Kg/cm² empleando la siguiente fórmula para hallar el esfuerzo axial de las probetas cilíndricas.

$$F'_c = \frac{\text{Lectura (KN)} * \text{Factor de conversión}}{\text{Area (cm}^2\text{)}}$$

El factor de conversión es igual a 101.972 ya que ese es el valor de 1 KN convertidos a kilogramos.

El ensayo del esfuerzo a la tracción consta en someter con una carga axial a una probeta en su sentido longitudinal, para este ensayo se tomó previamente los datos correspondientes al diámetro y longitud de la probeta, se toman varias medidas de diámetros y longitudes con la finalidad de obtener un promedio de dichas dimensiones.

La siguiente expresión matemática nos ayudara a determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.

$$T = \frac{2P}{\pi(DxL)} x 0.0101972$$

Donde:

T esta expresado en Kpa y convirtiéndolo a Kg/cm² habría que multiplicar dicha expresión por 0.0101972



Figura 40. Medición de testigos
Fuente: Elaboracion propia

Esfuerzo a la compresión del concreto

Tabla 19.

Esfuerzo a la compresión a los 7 días

| Muestra | % de polvo de grafito | Diámetro (cm) – Área (cm ²) | | Lectura (KN) | Resistencia a compresión (Kg/cm ²) | Promedio F'c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|---|--------|--------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | | |
| C° Patrón | 0.00% | 15.08 | 178.60 | 335.7 | 191.66 | 196.76 | 93.70% |
| C° Patrón | | 14.95 | 175.53 | 337.1 | 195.82 | | |
| C° Patrón | | 15.05 | 177.89 | 353.8 | 202.80 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 15.19 | 181.22 | 301.8 | 169.82 | 177.28 | 84.42% |
| C° + 0.05% | | 15.12 | 179.55 | 322.5 | 183.15 | | |
| C° + 0.05% | | 15.09 | 178.84 | 313.7 | 178.87 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 15.13 | 179.79 | 365.1 | 207.07 | 203.19 | 96.76% |
| C° + 0.06% | | 15.21 | 181.69 | 370.1 | 207.71 | | |
| C° + 0.06% | | 15.18 | 180.98 | 345.7 | 194.78 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 15.34 | 184.81 | 329.9 | 182.02 | 192.79 | 91.80% |
| C° + 0.07% | | 14.89 | 174.13 | 377.8 | 221.24 | | |
| C° + 0.07% | | 15.35 | 185.05 | 317.1 | 174.73 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 15.50 | 188.69 | 362.00 | 195.63 | 193.74 | 92.26% |
| C° + 0.08% | | 15.66 | 192.60 | 363.10 | 192.24 | | |
| C° + 0.08% | | 15.60 | 191.13 | 362.40 | 193.34 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 14.96 | 175.77 | 255.2 | 148.05 | 152.62 | 75.68% |
| C° + 0.09% | | 15.12 | 179.55 | 287.9 | 163.50 | | |
| C° + 0.09% | | 15.28 | 183.37 | 263.1 | 146.31 | | |

Fuente: Elaboracion propia

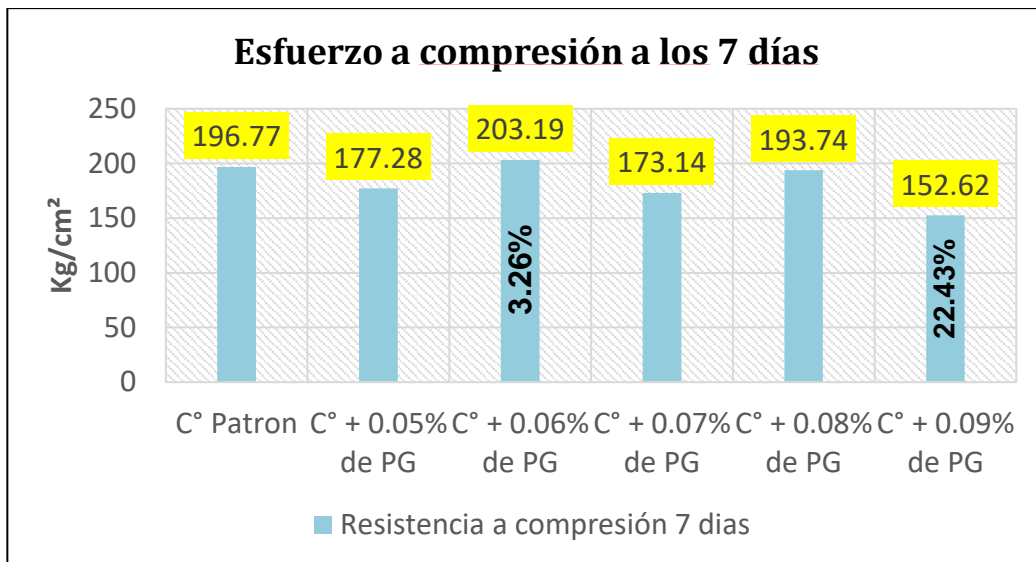


Figura 41. Esfuerzo promedio a la compresión a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la figura 41, se observa que la resistencia a la compresión del concreto patrón es de 196.77 kg/cm² equivalente al 93.70%, con la adición de polvo de grafito en la dosificación de 0.05% se obtiene 177.28 Kg/cm² alcanzando una equivalencia de 84.42%, con la adición de 0.06% aumenta su resistencia teniendo un valor promedio de 203.19 Kg/cm² equivalente al 96.76%, así mismo con la adición de 0.07% podemos notar una disminución significativa del esfuerzo a la compresión obteniendo 173.14 Kg/cm² equivalente al 82.45%, con la adición de 0.08% tuvo una ligera disminución de la resistencia con respecto al patrón obteniendo 193.74 Kg/cm² que equivale al 92.26% de la resistencia de especificada, finalmente se puede notar que con la adición del 0.09% el esfuerzo a compresión disminuye notablemente respecto al patrón obteniendo 152.62 Kg/cm² que equivale a 72.68% de la resistencia especificada. Se puede resumir que, a los 7 días, la resistencia alcanza el valor más alto de esfuerzo a compresión con la adición de 0.06% de polvo de grafito teniendo un incremento del 3.26% con respecto al concreto patrón, por otro lado, la adición del 0.09% de polvo de grafito presenta la máxima disminución del esfuerzo a compresión en un 22.43% respecto al patrón.



Figura 42. Ensayo del esfuerzo axial del concreto a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo a tracción por compresión diametral

Tabla 20.

Esfuerzo a tracción por compresión diametral a los 7 días

| Muestra | % de polvo de grafito | Diámetro (m) – Longitud (m) | | Lectura (KN) | Resistencia a tracción (Kg/cm ²) | Promedio F'c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 0.1519 | 0.3030 | 112.47 | 15.86 | 15.98 | 7.61% |
| C° Patrón | | 0.1515 | 0.3030 | 100.86 | 14.26 | | |
| C° Patrón | | 0.1487 | 0.3000 | 122.40 | 17.81 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 0.1559 | 0.3011 | 162.10 | 22.42 | 22.25 | 10.60% |
| C° + 0.05% | | 0.1517 | 0.3048 | 154.61 | 21.71 | | |
| C° + 0.05% | | 0.1513 | 0.3020 | 159.3 | 22.64 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 0.1508 | 0.3044 | 111.41 | 15.76 | 16.32 | 7.77% |
| C° + 0.06% | | 0.1514 | 0.3045 | 131.71 | 18.55 | | |
| C° + 0.06% | | 0.1521 | 0.3038 | 104.43 | 14.67 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 0.1522 | 0.3048 | 170.17 | 23.81 | 22.14 | 10.54% |
| C° + 0.07% | | 0.1533 | 0.3031 | 162.27 | 22.67 | | |
| C° + 0.07% | | 0.1521 | 0.3006 | 140.33 | 19.92 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 0.1570 | 0.3062 | 163.61 | 22.09 | 21.21 | 10.10% |
| C° + 0.08% | | 0.1540 | 0.3062 | 137.49 | 18.93 | | |
| C° + 0.08% | | 0.1560 | 0.3062 | 166.39 | 22.61 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 0.1507 | 0.3036 | 151.33 | 21.47 | 21.34 | 10.16% |
| C° + 0.09% | | 0.1525 | 0.3041 | 154.89 | 21.68 | | |
| C° + 0.09% | | 0.1532 | 0.3031 | 149.28 | 20.87 | | |

Fuente: Elaboración propia

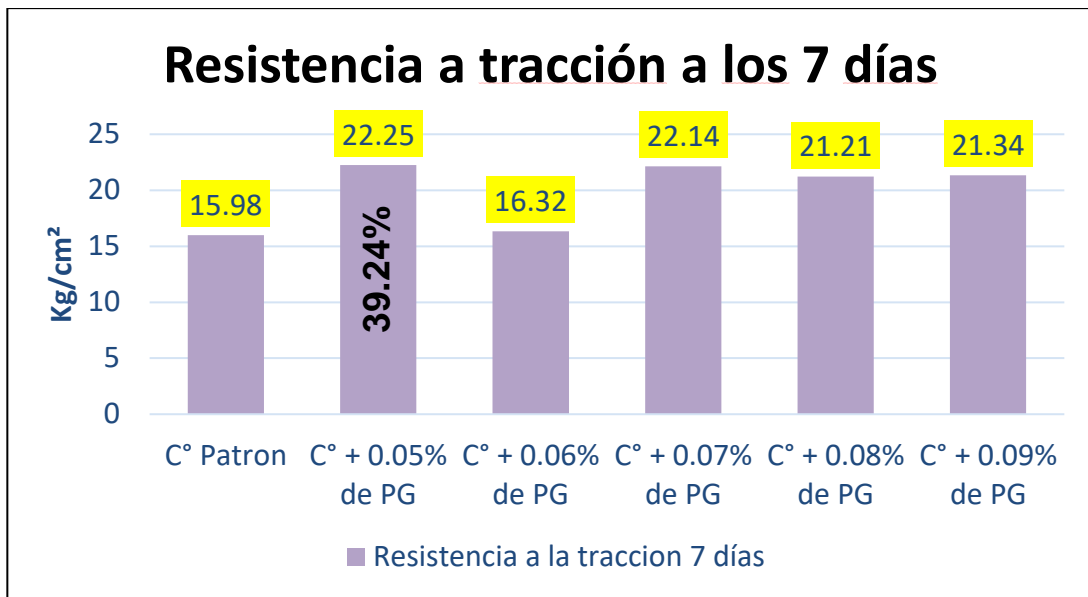


Figura 43. Resistencia a la tracción promedio a los 7 días de edad

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según la figura 43, para concreto patrón tenemos un esfuerzo promedio a la tracción por compresión diametral de 15.98 Kg/cm² equivalente al 7.61% de la resistencia especificada (f'_c 210 Kg/cm²). Así mismo existe un aumento del esfuerzo a la tracción con la adición de 0.05% de polvo de grafito con un valor de 22.25 Kg/cm², también se nota un ligero incremento del esfuerzo a la tracción con la adición de 0.06% de polvo de grafito, teniendo una resistencia de 16.32 Kg/cm² que equivale al 7.77%, por otro lado, se puede apreciar un aumento significativo del esfuerzo a la tracción para la dosificación de 0.07% de polvo de grafito aumentando su resistencia a la tracción en 22.14 Kg/cm², con la adición del 0.08% la resistencia también aumenta con respecto al patrón teniendo 21.21 Kg/cm², por último con la adición de 0.09% la resistencia se mantiene en un rango aceptable de 21.34 Kg/cm² en comparación del patrón, representando un 10.16% de la resistencia especificada. Se puede resumir que, a los 7 días, la resistencia alcanza el valor más alto de esfuerzo a tracción con la dosis de 0.05% de polvo de grafito teniendo un incremento del 39.24% con respecto al concreto patrón, por otro lado, el resto de adiciones también muestran una elevada resistencia con respecto al patrón.

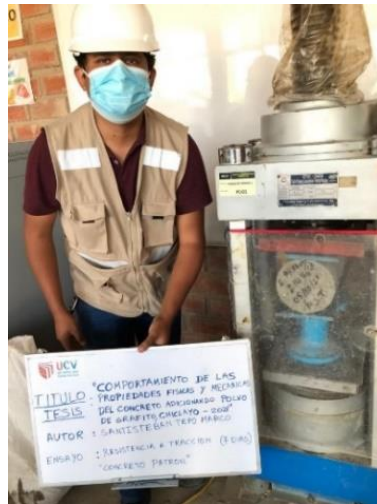


Figura 44. Ensayo de resistencia a tracción a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

Ensayo del esfuerzo a compresión y tracción a los 14 días de edad

Para el ensayo de resistencia a la compresión, se realizaron briquetas que fueron elaboradas los días 05, 06, 07, 11 de octubre y el 1, 2 de noviembre del año 2021, debiendo realizar las segundas roturas (14 días), los días 19, 20, 21, 25 de octubre y 15, 16 del año ya mencionado, los testigos son de 6" de diámetro x 12" de longitud, se realizaron 6 roturas, 3 a compresión y 3 a tracción para cada dosificación realizada teniendo un total de 36 testigos sometidos a compresión y tracción a los 14 días.

Los testigos estuvieron 14 días sumergidos en agua para lograr una hidratación óptima que no es más que el curado del concreto.

Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 21.

Resistencia a la compresión a los 14 días

| Muestra | % de polvo de grafito | Diámetro (cm) – Área (cm ²) | | Lectura (KN) | Resistencia a compresión (Kg/cm ²) | Promedio F'c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|---|--------|--------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 14.93 | 175.07 | 400.40 | 233.23 | 236.63 | 112.68% |
| C° Patrón | | 15.28 | 183.37 | 418.60 | 232.78 | | |
| C° Patrón | | 15.13 | 179.79 | 430.20 | 243.88 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 15.09 | 178.84 | 410.8 | 234.23 | 232.73 | 110.83% |
| C° + 0.05% | | 15.15 | 180.27 | 401.5 | 227.12 | | |
| C° + 0.05% | | 15.24 | 182.42 | 423.7 | 236.85 | | |

| | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|
| C° + 0.06% | 0.06% | 15.33 | 184.58 | 434.5 | 240.05 | 245.75 | 117.02% |
| C° + 0.06% | | 15.08 | 178.60 | 426.9 | 243.73 | | |
| C° + 0.06% | | 15.11 | 179.32 | 445.7 | 253.46 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 15.36 | 185.3 | 413.1 | 227.33 | 225.52 | 107.39% |
| C° + 0.07% | | 15.06 | 178.13 | 398 | 227.84 | | |
| C° + 0.07% | | 15.02 | 177.19 | 384.7 | 221.40 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 15.44 | 187.23 | 417.9 | 227.6 | 232.43 | 110.68% |
| C° + 0.08% | | 15.62 | 191.63 | 446.4 | 237.55 | | |
| C° + 0.08% | | 15.81 | 196.32 | 446.9 | 232.13 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 15.05 | 177.90 | 390.2 | 223.67 | 225.43 | 107.35% |
| C° + 0.09% | | 15.14 | 180.03 | 395.2 | 223.85 | | |
| C° + 0.09% | | 15.23 | 182.18 | 408.7 | 228.77 | | |

Fuente: Elaboracion propia

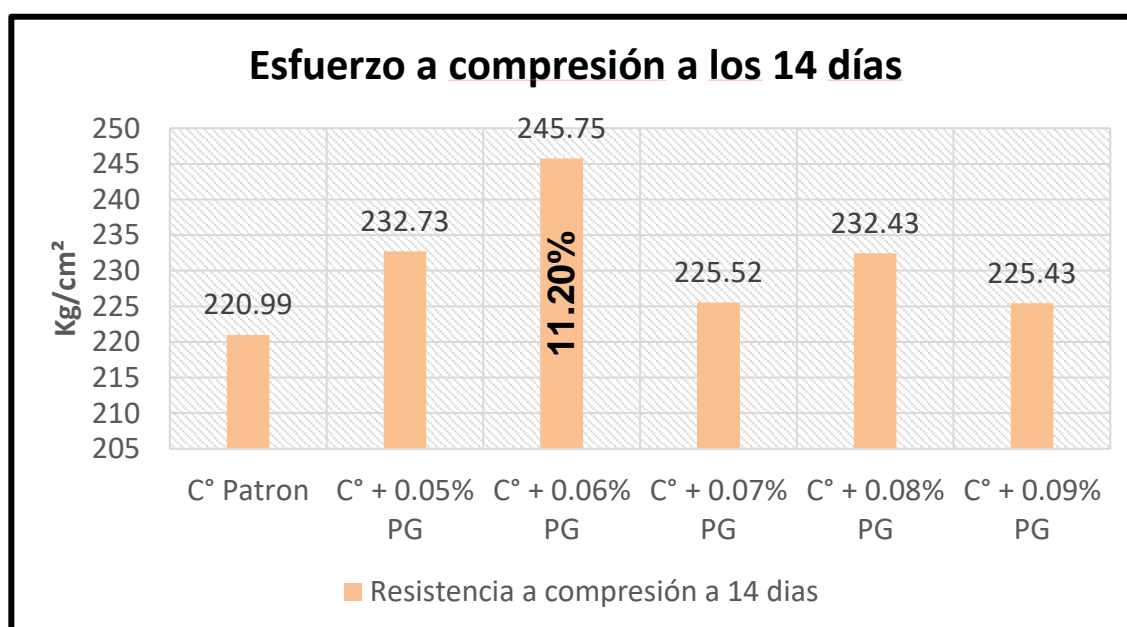


Figura 45. Esfuerzo a compresión del concreto a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la figura 45, se aprecia que la resistencia a la compresión de un concreto patrón es de 220.99 kg/cm² equivalente al 105.24%, con 0.05% adicional de polvo de grafito incrementa su resistencia teniendo un valor promedio de 232.73 Kg/cm² equivalente al 110.83%, con 0.06% más de polvo de grafito aumenta su resistencia teniendo un valor promedio de 245.75 Kg/cm² equivalente al 117.02%, así mismo con la dosis de 0.07% podemos notar un pequeño aumento en el esfuerzo a la compresión obteniendo 225.52 Kg/cm² equivalente al 107.39%, con la adición de 0.08% se obtuvo un regular aumento del esfuerzo a compresión de

232.43 Kg/cm² lo que equivale al 110.68%, finalmente con la adición de 0.09% se obtiene un ligero incremento de 225.43 Kg/cm² que representa un 107.35% respecto al concreto patrón. Se puede resumir que, a los 14 días, la resistencia alcanza el valor más alto de esfuerzo a compresión con la adición de 0.06% de polvo de grafito teniendo un incremento del 11.20% con respecto al concreto patrón, por otro lado, la adición que menos aporta resistencia al concreto fue la de 0.09% de polvo de grafito.

Resistencia a tracción por compresión diametral

Tabla 22.

Resistencia a la tracción por compresión diametral a los 14 días

| e | % de polvo de grafito | Diámetro (m) – Longitud (m) | | Lectura (KN) | Resistencia a tracción (Kg/cm ²) | Promedio F ^c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------------|--|---|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 0.1511 | 0.3029 | 168.1 | 23.84 | 24 | 11.43% |
| C° Patrón | | 0.1524 | 0.299 | 150.23 | 21.4 | | |
| C° Patrón | | 0.153 | 0.2995 | 188.94 | 26.77 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 0.1509 | 0.3046 | 215.42 | 30.42 | 27.36 | 13.03% |
| C° + 0.05% | | 0.1521 | 0.3007 | 175.91 | 24.97 | | |
| C° + 0.05% | | 0.1518 | 0.3031 | 189.14 | 26.69 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 0.1521 | 0.3051 | 191.77 | 26.83 | 26.16 | 12.46% |
| C° + 0.06% | | 0.151 | 0.3049 | 182.77 | 25.77 | | |
| C° + 0.06% | | 0.1516 | 0.303 | 183.08 | 25.87 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 0.1512 | 0.3057 | 185.25 | 26.02 | 27.8 | 13.24% |
| C° + 0.07% | | 0.1529 | 0.3027 | 215.67 | 30.25 | | |
| C° + 0.07% | | 0.1509 | 0.3056 | 192.71 | 27.13 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 0.1576 | 0.3059 | 187.3 | 25.22 | 26.02 | 12.39% |
| C° + 0.08% | | 0.1539 | 0.3021 | 178.33 | 24.9 | | |
| C° + 0.08% | | 0.154 | 0.3018 | 199.98 | 27.93 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 0.1525 | 0.3036 | 150.37 | 21.08 | 23.17 | 11.03% |
| C° + 0.09% | | 0.1512 | 0.3030 | 162.81 | 23.07 | | |
| C° + 0.09% | | 0.1513 | 0.3012 | 177.93 | 25.35 | | |

Fuente: Elaboración propia

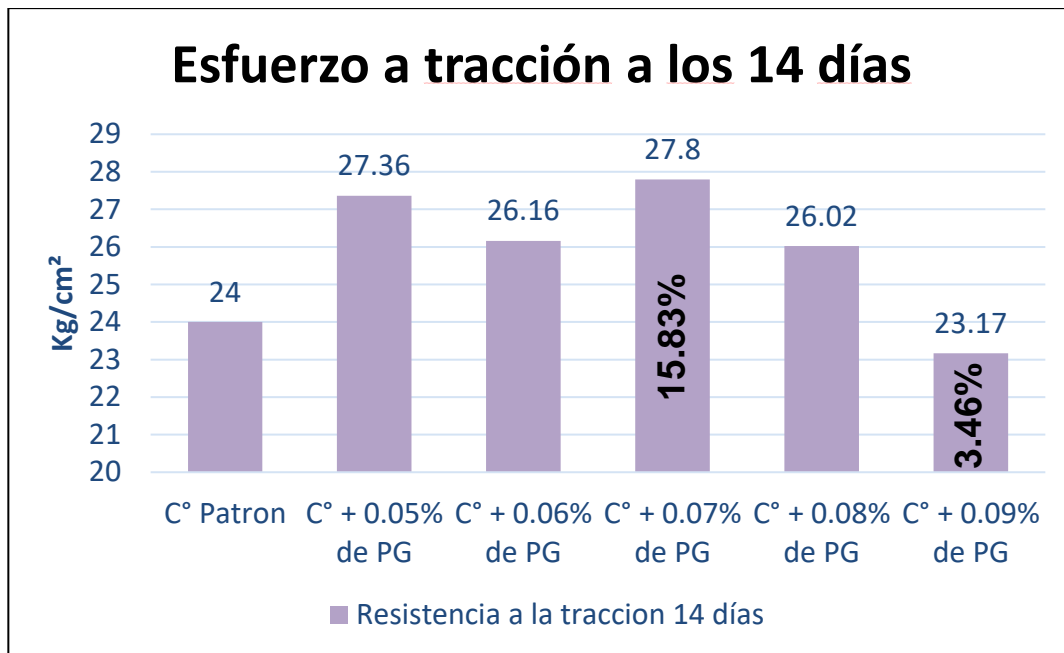


Figura 46. Resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto a los 14 días.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Según la figura 46, para concreto patrón tenemos un esfuerzo promedio a la tracción por compresión diametral de 24.00 Kg/cm² equivalente al 11.43%. Así mismo se puede apreciar que la resistencia a la tracción con la adición de 0.05% de polvo de grafito ha aumentado en 27.36 Kg/cm² que equivale al 13.03%, también se nota un ligero aumento del esfuerzo a la tracción con la adición de 0.06% de polvo de grafito, teniendo un esfuerzo promedio de 26.16 Kg/cm² que equivale al 12.46%, por otro lado, se puede apreciar un aumento significativo del esfuerzo a la tracción para la dosificación de 0.07% de polvo de grafito siendo su resistencia a la tracción de 27.80 Kg/cm², con la adición del 0.08% la resistencia a la tracción aumento 2Kg/cm² obteniendo un valor de 26.02 Kg/cm², por ultimo con la adición de 0.09% de polvo de grafito la resistencia disminuyo a 23.17 Kg/cm² ubicándose por debajo de la resistencia del concreto patrón. Se puede resumir que, a los 14 días, la resistencia alcanza el valor más alto de esfuerzo a tracción con la adición de 0.07% de polvo de grafito teniendo un incremento del 15.83% con respecto al concreto patrón, por otro lado, la adición del 0.09% de polvo de grafito presenta la una disminución del esfuerzo a tracción en un 3.46% respecto al patrón.

Ensayo de la resistencia a la compresión y tracción a los 28 días de edad

Para el ensayo de resistencia a la compresión, se realizaron briquetas que fueron elaboradas los días 05, 06, 07, 11 de octubre y el 01, 02 de noviembre del año 2021, debiendo realizar las ultimas roturas (28 días), los días 02, 03, 04, 08 de octubre, 29 y 30 de noviembre del año ya mencionado, los testigos son de 6" de diámetro x 12" de longitud, se realizaron 6 roturas, 3 a compresión y 3 a tracción para mis dosificaciones realizadas teniendo un total de 36 testigos sometidos a compresión y tracción a los 28 días.

Los testigos estuvieron 28 días sumergidos en agua para lograr una hidratación optima que no es más que el propio curado del concreto.

Resistencia a la compresión del concreto

Tabla 23.

Resistencia a la compresión a los 28 días

| Muestra | % de polvo de grafito | Diámetro (cm) – Área (cm ²) | | Lectura (KN) | Resistencia a compresión (Kg/cm ²) | Promedio F'c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|---|--------|--------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 15.59 | 190.88 | 478.10 | 255.40 | 259.82 | 123.73% |
| C° Patrón | | 15.36 | 185.29 | 481.60 | 265.03 | | |
| C° Patrón | | 15.34 | 184.81 | 469.50 | 259.04 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 15.19 | 181.22 | 521.6 | 293.50 | 298.15 | 141.97% |
| C° + 0.05% | | 15.12 | 179.55 | 519.8 | 295.20 | | |
| C° + 0.05% | | 15.09 | 178.84 | 536.2 | 305.73 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 15.03 | 177.42 | 533.90 | 306.85 | 299.70 | 142.72% |
| C° + 0.06% | | 15.14 | 180.02 | 513.40 | 290.80 | | |
| C° + 0.06% | | 15.08 | 178.60 | 528.00 | 301.45 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 15.15 | 180.26 | 455.90 | 257.89 | 258.54 | 123.11% |
| C° + 0.07% | | 15.12 | 179.55 | 461.90 | 262.32 | | |
| C° + 0.07% | | 15.30 | 183.85 | 460.50 | 255.41 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 15.12 | 179.55 | 459.90 | 261.19 | 257.41 | 122.58% |
| C° + 0.08% | | 15.26 | 182.89 | 449.20 | 250.45 | | |
| C° + 0.08% | | 14.99 | 176.47 | 451.00 | 260.59 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 15.35 | 185.06 | 433.7 | 238.98 | 242.21 | 115.34% |
| C° + 0.09% | | 15.22 | 181.94 | 428.5 | 240.17 | | |
| C° + 0.09% | | 15.19 | 181.22 | 439.8 | 247.47 | | |

Fuente: Elaboración propia

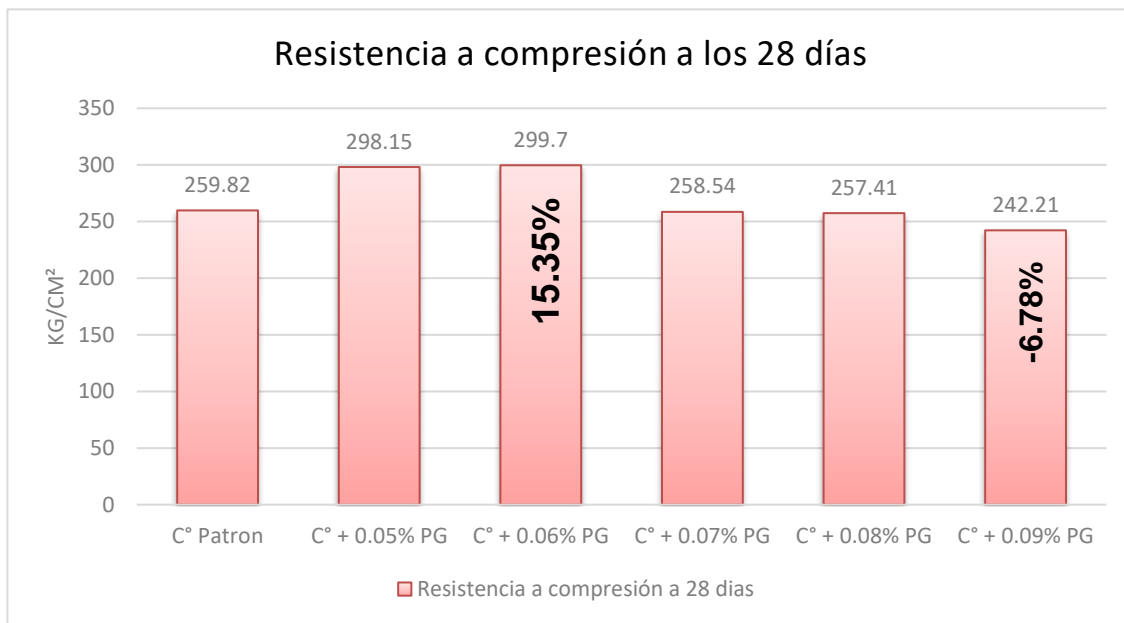


Figura 47. Resistencia a la tracción por compresión del concreto a los 28 días.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la figura 47, se puede apreciar que el esfuerzo a la compresión del concreto patrón a los 28 días es de 259.82 kg/cm² equivalente al 123.73%, con la adición de 0.05% de polvo de grafito aumenta su resistencia teniendo un valor promedio de 298.15 Kg/cm² equivalente al 141.97%, con la adición de 0.06% de polvo de grafito aumenta su resistencia teniendo un valor promedio de 299.70 Kg/cm² equivalente al 142.72%, así mismo con la adición de 0.07% podemos notar una evidente disminución de la resistencia a la compresión obteniendo un valor por debajo del patrón siendo 258.54 Kg/cm² lo que equivale al 123.11%, con la adición de 0.08% también disminuye del esfuerzo a compresión ubicándose por debajo del patrón a 257.41 Kg/cm² lo que equivale al 122.58%, finalmente con la adición de 0.09% la resistencia disminuye drásticamente teniendo un valor de 242.21 Kg/cm² que equivale al 115.34% de la resistencia especificada.

Resistencia a tracción por compresión diametral

Tabla 24.

Resistencia a la tracción por compresión diametral a los 28 días

| | % de polvo de grafito | Diámetro (m) – Longitud (m) | | Lectura (KN) | Resistencia a tracción (Kg/cm ²) | Promedio F ^c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|--------------|--|---|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 0.1517 | 0.3011 | 149.26 | 22.21 | 18.69 | 8.90% |
| C° Patrón | | 0.1516 | 0.3048 | 118.56 | 16.66 | | |
| C° Patrón | | 0.1531 | 0.3045 | 130.74 | 18.21 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 0.1516 | 0.3017 | 155.62 | 22.09 | 22.07 | 10.51% |
| C° + 0.05% | | 0.1521 | 0.3041 | 161.21 | 22.63 | | |
| C° + 0.05% | | 0.1510 | 0.3038 | 151.86 | 21.49 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 0.1500 | 0.2993 | 193.96 | 28.05 | 25.07 | 11.94% |
| C° + 0.06% | | 0.1534 | 0.2976 | 159.64 | 22.70 | | |
| C° + 0.06% | | 0.1538 | 0.2940 | 170.45 | 24.47 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 0.1519 | 0.3030 | 177.00 | 24.97 | 25.31 | 12.05% |
| C° + 0.07% | | 0.1510 | 0.3063 | 180.56 | 25.34 | | |
| C° + 0.07% | | 0.14.97 | 0.3009 | 177.71 | 25.61 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 0.1524 | 0.3050 | 148.21 | 20.70 | 24.06 | 11.46% |
| C° + 0.08% | | 0.1545 | 0.3042 | 189.83 | 26.22 | | |
| C° + 0.08% | | 0.1502 | 0.3052 | 178.30 | 25.25 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 0.1522 | 0.3009 | 165.89 | 23.51 | 23.85 | 11.36% |
| C° + 0.09% | | 0.1513 | 0.3034 | 171.38 | 24.24 | | |
| C° + 0.09% | | 0.1535 | 0.3019 | 169.8 | 23.79 | | |

Fuente: Elaboración propia

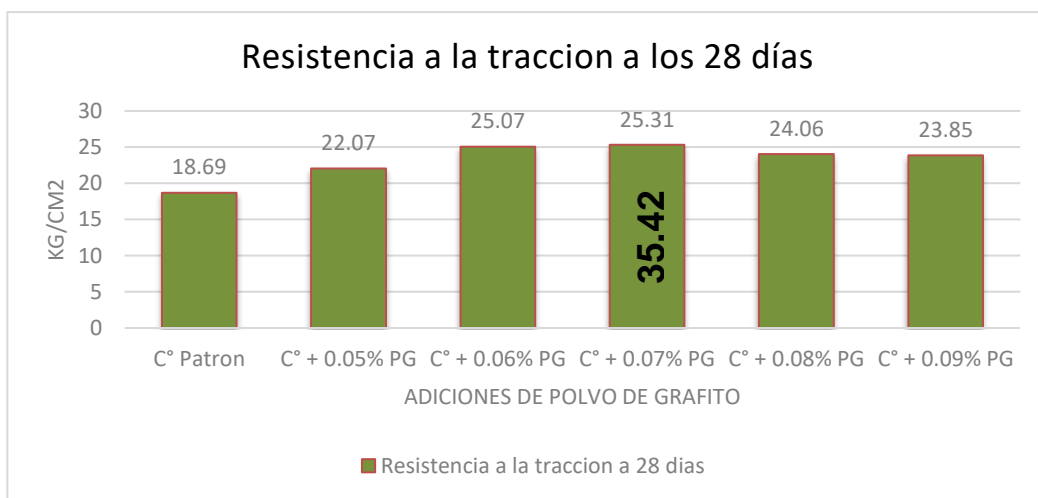


Figura 48. Resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la figura 48, para concreto patrón tenemos un esfuerzo promedio a la tracción por compresión diametral de 18.69 Kg/cm² equivalente al 8.90%. Así mismo se nota un incremento de la resistencia con la adición de 0.05% de polvo de grafito, teniendo una resistencia de promedio de 22.07 Kg/cm² que equivale al 10.51%, también se nota un ligero incremento de la resistencia a la tracción con la adición de 0.06% de polvo de grafito, teniendo una resistencia de promedio de 25.07 Kg/cm² que equivale al 11.94%, por otro lado, se puede apreciar un aumento del esfuerzo a la tracción para la dosificación de 0.07% de polvo de grafito siendo su resistencia a la tracción de 25.31 Kg/cm², con la adición del 0.08% la resistencia a la tracción aumento obteniendo 24.06 Kg/cm² que equivale al 11.46%, finalmente con la adición del 0.09% la resistencia tuvo una pequeña reducción de la resistencia que fue de 23.85 Kg/cm² que equivale al 11.36% de la resistencia especificada.

Ensayo de la resistencia a la flexión a los 28 días de edad

Después de haber retirado las vigas diseñadas de la posa de curado se secará a espécimen de manera superficial para proceder con la toma de medidas correspondientes, aquí también se trazarán las líneas que serán referencia a los apoyos del espécimen, se definirá también el tercio central de la viga. Luego de haber definido estas zonas donde se aplicará la carga correspondiente en la viga se procederá a ejercer la compresión axial, esto hasta que ocurra la falla esperada, se tomará nota y evidencia de la zona de fisuramiento y quiebre de la viga teniendo en cuenta que si la viga presenta falla dentro del tercio central se trabajará con la formula a continuación con el fin de determinar el módulo de rotura de la viga.

$$MR = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Donde:

MR: Módulo de rotura

P: Carga máxima aplicada

l: Longitud libre entre apoyos de la viga

b: Ancho promedio de la muestra

d: Altura promedio de la muestra

Si la fractura ocurre fuera del tercio central se calculará el módulo de rotura con la siguiente formula.

$$MR = \frac{3P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

Donde:

a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el apoyo más cercano

De la resistencia a la flexión se practicaron ensayos realizando briquetas que fueron elaboradas los días 05, 06, 07, 11 de octubre y el 2, 3 de noviembre del año 2021, para luego ejecutar sus roturas correspondientes (28 días), los días 02, 03, 04, 08 de octubre, 30 de noviembre y 01 de diciembre del año ya mencionado, los testigos son de 15cm x 15cm x 55cm, se realizaron 3 roturas en cada caso de las dosificaciones que trabaje teniendo un total de 18 testigos sometidos a flexión a los 28 días.

Las vigas cumplieron un tiempo máximo de curado de 28 días, tiempo óptimo para el desarrollo de sus propiedades.

Módulo de rotura

Tabla 25.

Resistencia a la flexión a los 28 días

| Muestra | % de polvo de grafito | Ancho (cm) | Luz entre apoyos (cm) | Altura (cm) | Lectura (KN) | Módulo de rotura (Kg/cm ²) | Promedio F'c (Kg/cm ²) | % de resistencia alcanzada |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|-------------|--------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| C° Patrón | 0.00% | 15 | 50 | 15 | 18 | 27.19 | 33.49 | 15.95% |
| C° Patrón | | 15 | 50 | 15 | 25.9 | 39.13 | | |
| C° Patrón | | 15 | 50 | 15 | 22.6 | 34.14 | | |
| C° + 0.05% | 0.05% | 15 | 50 | 15 | 23.6 | 35.65 | 37.72 | 17.96% |
| C° + 0.05% | | 15 | 50 | 15 | 28.4 | 42.90 | | |
| C° + 0.05% | | 15 | 50 | 15 | 22.9 | 34.59 | | |
| C° + 0.06% | 0.06% | 15 | 50 | 15 | 29.7 | 44.87 | 45.22 | 21.53% |
| C° + 0.06% | | 15 | 50 | 15 | 30.2 | 45.62 | | |
| C° + 0.06% | | 15 | 50 | 15 | 29.9 | 45.17 | | |
| C° + 0.07% | 0.07% | 15 | 50 | 15 | 30.6 | 46.23 | 44.72 | 21.29% |
| C° + 0.07% | | 15 | 50 | 15 | 29.2 | 44.11 | | |
| C° + 0.07% | | 15 | 50 | 15 | 29 | 43.81 | | |
| C° + 0.08% | 0.08% | 15 | 50 | 15 | 24.1 | 36.41 | 36.61 | 17.43% |
| C° + 0.08% | | 15 | 50 | 15 | 22.5 | 33.99 | | |
| C° + 0.08% | | 15 | 50 | 15 | 26.1 | 39.43 | | |
| C° + 0.09% | 0.09% | 15 | 50 | 15 | 21.8 | 32.93 | 35.40 | 16.86% |
| C° + 0.09% | | 15 | 50 | 15 | 23.6 | 35.65 | | |
| C° + 0.09% | | 15 | 50 | 15 | 24.9 | 37.62 | | |

Fuente: Elaboración propia

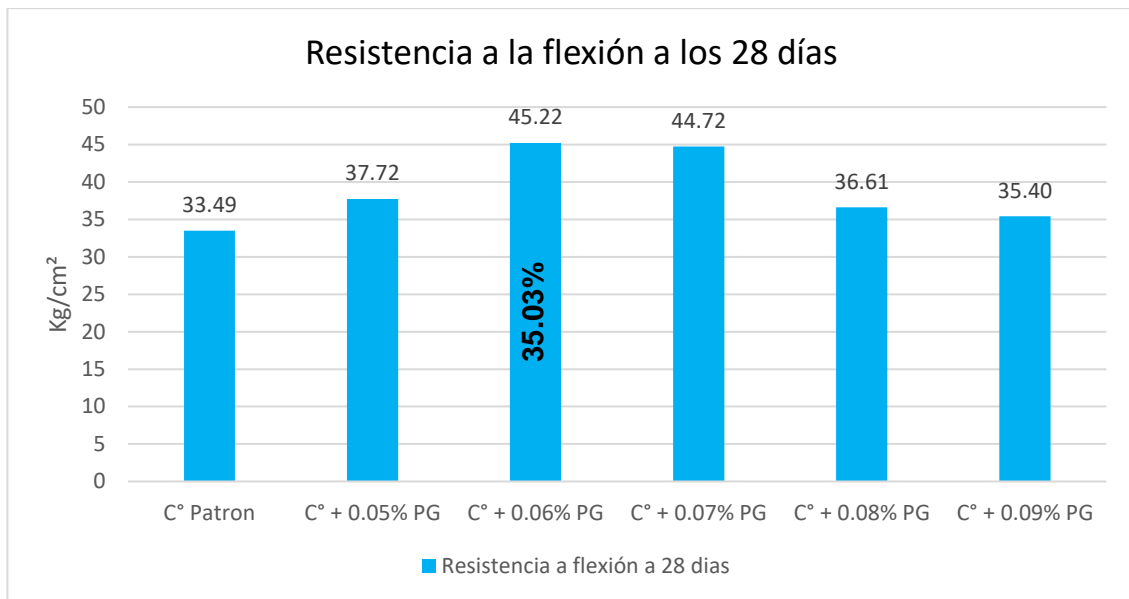


Figura 49. Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se observa en la figura 49, para concreto patrón tenemos un módulo de rotura de 33.49 Kg/cm² equivalente al 15.95%. Así mismo se nota un incremento del módulo de rotura con la dosis de 0.05% de polvo de grafito, teniendo un esfuerzo a la flexión de 37.72 Kg/cm² que equivale al 17.96%, del mismo modo se nota un incremento significativo del módulo de rotura con la adición de 0.06% de polvo de grafito, teniendo un esfuerzo a la flexión de 45.22 Kg/cm² que equivale al 21.53%, por otro lado, también se evidencia un aumento de la resistencia a la flexión para la dosificación de 0.07% de polvo de grafito siendo de 44.72 Kg/cm², con la adición del 0.08% el módulo de rotura es de 36.61 Kg/cm² que equivale a un 17.43%, por ultimo con la adición de 0.09% se observa una disminución de la resistencia siendo 35.40 Kg/cm² que equivale al 16.86% de la resistencia especificada.

Contrastación de hipótesis

Análisis de contrastación sobre las propiedades físicas del concreto

Este análisis estuvo conformado por 4 etapas que me ayudaron a contrastar los resultados de todos los ensayos realizados al concreto en estado fresco y endurecido con el fin de conocer el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas, así como evaluar o determinar cuál de las adiciones fue la más

significativa. A continuación, enmarcare las 4 etapas utilizadas para analizar estadísticamente los datos de los ensayos.

Etaapa 1: Supuesto de normalidad.

Etaapa 2: Similitud de varianzas mediante el método de “Levene”.

Etaapa 3: Prueba de ANOVA de un factor.

Etaapa 4: Prueba estadística de POS HOC.

HE1: La adición del polvo de grafito mejorara las propiedades físicas del concreto, Chiclayo – 2021.

De la medición del asentamiento (Slump)

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Los asentamientos del concreto fresco tienen normalidad

H1: Los asentamientos del concreto fresco no tienen normalidad

- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%

- **Paso 3. Prueba estadística:**

Tabla 26: Prueba de normalidad - Slump

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|-----------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
| | Adiciones | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Asentamiento (Slump) | C° Patrón | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | 1,000 |
| | C° + 0.05% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.06% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.07% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.08% | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | 1,000 |
| | C° + 0.09% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0

- **Paso 5. Conclusión**

Los asentamientos del concreto fresco no tienen normalidad a excepción de la adición de 0.08% de polvo de grafito.

ETAPA 2: Homogeneidad de Varianzas (Levene)

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: Los ensayos de asentamiento del concreto presentan similitud.

H1: Los ensayos de asentamiento del concreto no presentan similitud.

- Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%

- Paso 3. Prueba estadística

Tabla 27: Prueba de muestras independientes - Slump

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|----------------------|------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Asentamiento (SLUMP) | C° Patron | .400 | .561 | 2.000 | 4 | .116 | .33333 | .16667 | -.12941 | .79607 |
| | C° + 0.05% | | | 2.000 | 3.200 | .134 | .33333 | .16667 | -.17880 | .84547 |
| | C° Patron | .400 | .561 | 2.500 | 4 | .067 | .41667 | .16667 | -.04607 | .87941 |
| | C° + 0.06% | | | 2.500 | 3.200 | .082 | .41667 | .16667 | -.09547 | .92880 |
| | C° Patron | .400 | .561 | 5.500 | 4 | .005 | .91667 | .16667 | .45393 | 1.37941 |
| | C° + 0.07% | | | 5.500 | 3.200 | .010 | .91667 | .16667 | .40453 | 1.42880 |
| | C° Patron | 0.000 | 1.000 | 7.348 | 4 | .002 | 1.50000 | .20412 | .93326 | 2.06674 |
| | C° + 0.08% | | | 7.348 | 4.000 | .002 | 1.50000 | .20412 | .93326 | 2.06674 |
| C° Patron | .308 | .609 | 8.315 | 4 | .001 | 1.83333 | .22048 | 1.22118 | 2.44548 | |
| C° + 0.09% | | | 8.315 | 3.920 | .001 | 1.83333 | .22048 | 1.21623 | 2.45044 | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la hipótesis nula

- **Paso 5. Conclusión**

Las varianzas de los resultados de las pruebas de asentamiento del concreto son homogéneas.

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Todos los promedios de asentamiento del concreto fresco con las diferentes adiciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de los asentamientos del concreto fresco de las distintas adiciones son diferentes.

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**

- **Paso 3. Prueba estadística: ANOVA**

Tabla 28: ANOVA - Asentamiento (Slump)

| | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 49,731 | 5 | 9,946 | 34,154 | ,000 |
| Dentro de grupos | 3,495 | 12 | ,291 | | |
| Total | 53,226 | 17 | | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Rechazamos la H0, aceptando la hipótesis del investigador (p-valor<0.05)

- **Paso 5. Conclusión**

Al menos uno de los promedios de los asentamientos del concreto fresco de las distintas adiciones son diferentes.

ETAPA 4: Prueba estadística de POS HOC

TUCKEY : Muestras iguales

SCHEFFÉ : Muestras diferentes

Tabla 29: Comparaciones múltiples – Slump

| (I) Adiciones | (J) Adiciones | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| C° Patron | C° + 0.05% | ,84667 | ,44062 | ,609 | -,8897 | 2,5830 |
| | C° + 0.06% | 1,05833 | ,44062 | ,386 | -,6780 | 2,7947 |
| | C° + 0.07% | 2,32833* | ,44062 | ,007 | ,5920 | 4,0647 |
| | C° + 0.08% | 3,81000* | ,44062 | ,000 | 2,0736 | 5,5464 |
| | C° + 0.09% | 4,65667* | ,44062 | ,000 | 2,9203 | 6,3930 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

CONCLUSIÓN

La adición de 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito muestran evidencias significativas de la reducción de la trabajabilidad del concreto en comparación con el patrón.

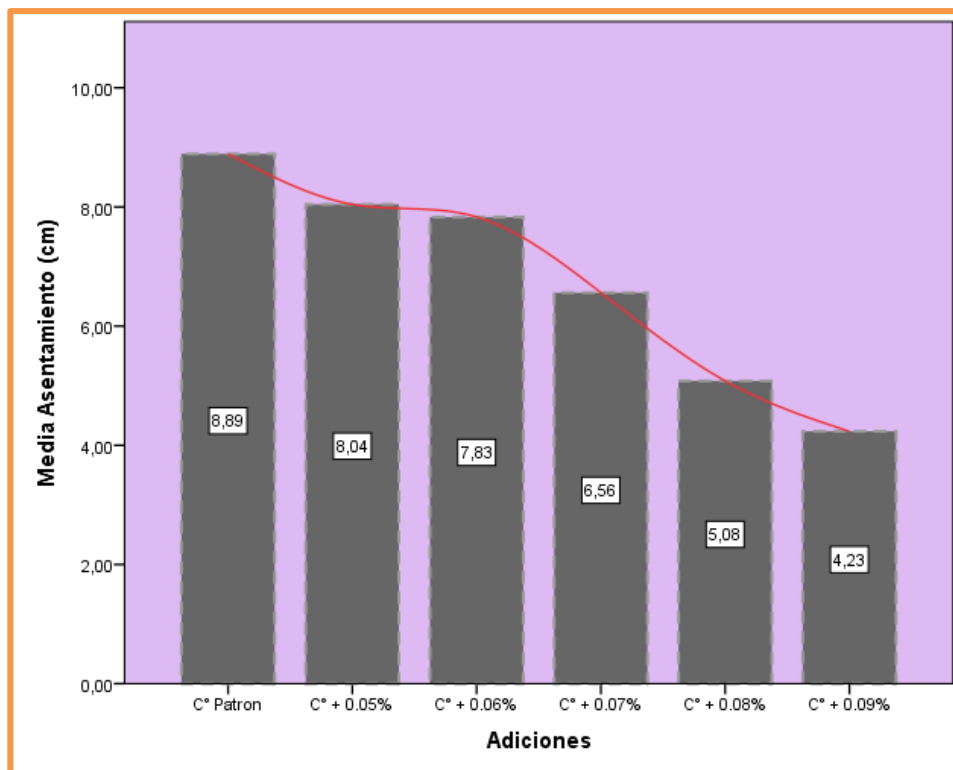


Figura 50: Prueba estadística Post Hoc - Slump

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

De la medición de la densidad o peso unitario del concreto

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Las densidades del concreto fresco tienen normalidad

H1: Las densidades del concreto fresco no tienen normalidad

- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%

- **Paso 3. Prueba estadística:**

Tabla 30: Prueba de normalidad - Densidad (Kg/m³)

| | Adiciones | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Densidad (Kg/m ³) | C° Patron | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | ,990 |
| | C° + 0.05% | ,201 | 3 | . | ,995 | 3 | ,859 |
| | C° + 0.06% | ,274 | 3 | . | ,944 | 3 | ,546 |
| | C° + 0.07% | ,272 | 3 | . | ,947 | 3 | ,555 |
| | C° + 0.08% | ,284 | 3 | . | ,934 | 3 | ,503 |
| | C° + 0.09% | ,300 | 3 | . | ,914 | 3 | ,430 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la H0

- **Paso 5. Conclusión**

Las densidades del concreto fresco tienen normalidad

ETAPA 2: *Homogeneidad de Varianzas (Levene)*

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Los ensayos de la densidad del concreto tienen homogeneidad

H1: Los ensayos de la densidad del concreto no tienen homogeneidad

- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%

- **Paso 3. Prueba estadística**

Tabla 31: Prueba de muestras independientes - Densidad (Kg/m3)

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | | |
|------------------|------------|---|--------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|--|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior | |
| Densidad (Kg/m3) | C° Patron | 1.086 | .356 | .127 | 4 | .905 | .09333 | .73359 | -1.94344 | 2.13011 | |
| | C° + 0.05% | | | .127 | 2.929 | .907 | .09333 | .73359 | -2.27343 | 2.46010 | |
| | C° Patron | .000 | .993 | -.325 | 4 | .762 | -.14333 | .44119 | -1.36826 | 1.08159 | |
| | C° + 0.06% | | | -.325 | 3.965 | .762 | -.14333 | .44119 | -1.37248 | 1.08582 | |
| | C° Patron | 2.220 | .210 | .238 | 4 | .824 | .18667 | .78590 | -1.99535 | 2.36868 | |
| | C° + 0.07% | | | .238 | 2.798 | .829 | .18667 | .78590 | -2.41974 | 2.79308 | |
| | C° Patron | .683 | .455 | 12.053 | 4 | .000 | 6.85667 | .56887 | 5.27724 | 8.43610 | |
| | C° + 0.08% | | | 12.053 | 3.580 | .001 | 6.85667 | .56887 | 5.20148 | 8.51185 | |
| C° Patron | 1.428 | .298 | 21.059 | 4 | .000 | 13.57000 | .64438 | 11.78092 | 15.35908 | | |
| C° + 0.09% | | | 21.059 | 3.232 | .000 | 13.57000 | .64438 | 11.60013 | 15.53987 | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

La hipótesis nula no se rechaza

- **Paso 5. Conclusión**

Las varianzas de los resultados de los ensayos de asentamiento del concreto son homogéneas.

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Todos los promedios de las densidades del concreto en estado fresco con las diferentes adiciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de las densidades del concreto en estado fresco de las distintas adiciones son diferentes.

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**

CONCLUSIÓN

La adición de 0.08% y 0.09% de polvo de grafito muestran evidencias significativas de la reducción del peso unitario del concreto en estado fresco respecto al concreto patrón.

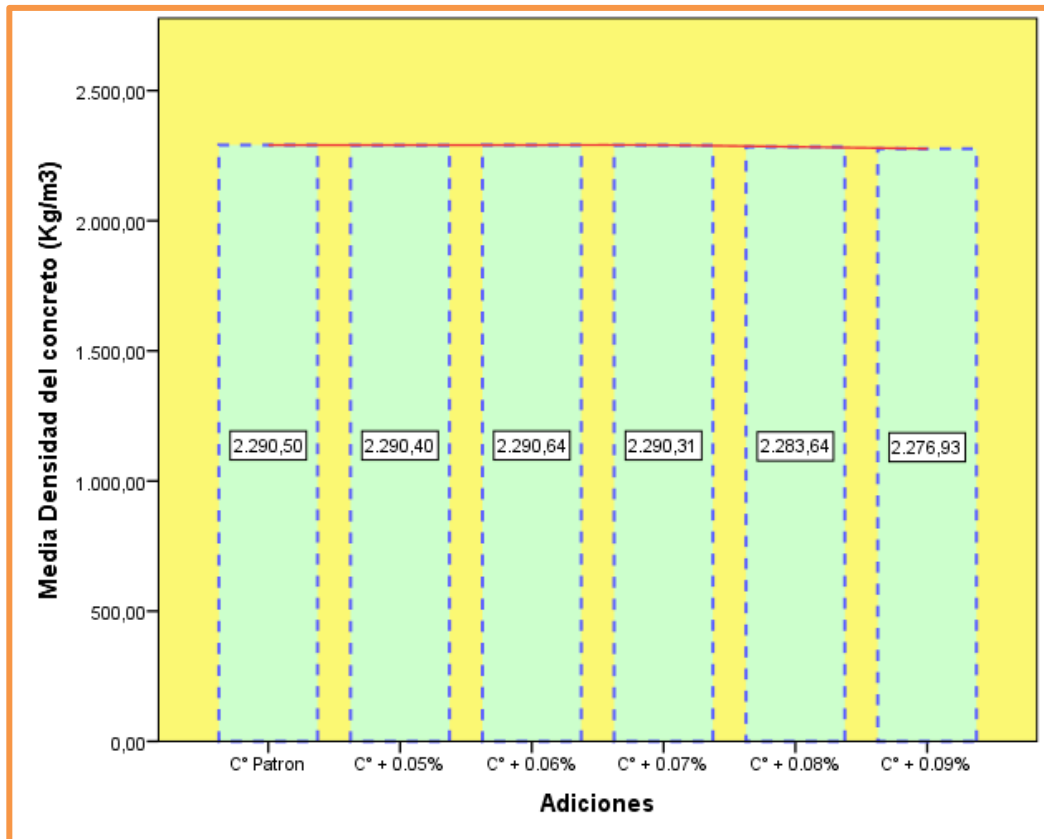


Figura 51: Prueba estadística Post Hoc (Densidad)

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

De la medición del contenido de aire del concreto

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: Los ensayos de contenido de aire del concreto tienen normalidad

H1: Los ensayos de contenido de aire del concreto no tienen normalidad

- Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%

- **Paso 3. Prueba estadística:**

Tabla 34: Prueba de normalidad - Contenido de aire (%)

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Contenido de aire (%) | C° Patron | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.05% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.06% | ,175 | 3 | . | 1,000 | 3 | 1,000 |
| | C° + 0.07% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.08% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |
| | C° + 0.09% | ,385 | 3 | . | ,750 | 3 | ,000 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0

- **Paso 5. Conclusión**

Los ensayos de contenido de aire del concreto no tienen normalidad a excepción de la adición de 0.06% de polvo de grafito

ETAPA 2: Homogeneidad de Varianzas (Levene)

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Los ensayos de contenido de aire del concreto tienen homocedasticidad

H1: Los ensayos de contenido de aire del concreto no tienen homocedasticidad

- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%

- **Paso 3. Prueba estadística**

Tabla 35: Prueba de muestras independientes - Contenido de aire (%)

| | | Levene de | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | | |
|--------------------------|------------|-----------|---------|-------------------------------------|-------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------|--|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | confianza de la diferencia | | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior | |
| Contenido de aire (%) | C° Patron | 3.200 | .148 | -1.342 | 4 | .251 | -.05000 | .03727 | -.15347 | .05347 | |
| | C° + 0.05% | | | -1.342 | 2.941 | .274 | -.05000 | .03727 | -.16996 | .06996 | |
| | C° Patron | .400 | .561 | -8.000 | 4 | .001 | -.26667 | .03333 | -.35921 | -.17412 | |
| | C° + 0.06% | | | -8.000 | 3.200 | .003 | -.26667 | .03333 | -.36909 | -.16424 | |
| | C° Patron | 3.200 | .148 | -6.708 | 4 | .003 | -.25000 | .03727 | -.35347 | -.14653 | |
| | C° + 0.07% | | | -6.708 | 2.941 | .007 | -.25000 | .03727 | -.36996 | -.13004 | |
| | C° Patron | .000 | 1.000 | -20.506 | 4 | .000 | -.48333 | .02357 | -.54877 | -.41789 | |
| | C° + 0.08% | | | -20.506 | 4.000 | .000 | -.48333 | .02357 | -.54877 | -.41789 | |
| C° Patron | .000 | 1.000 | -25.456 | 4 | .000 | -.60000 | .02357 | -.66544 | -.53456 | | |
| C° + 0.09% | | | -25.456 | 4.000 | .000 | -.60000 | .02357 | -.66544 | -.53456 | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la hipótesis nula

- **Paso 5. Conclusión**

Las varianzas de los resultados obtenidos en los ensayos de contenido de aire del concreto son homogéneas.

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Todos los promedios del contenido de aire del concreto con las diferentes adiciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios del contenido de aire del concreto de las distintas adiciones son diferentes.

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**

- **Paso 3. Prueba estadística: ANOVA**

Tabla 36: ANOVA - Contenido de aire (%)

| | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos | ,828 | 5 | ,166 | 85,157 | ,000 |
| Dentro de grupos | ,023 | 12 | ,002 | | |
| Total | ,851 | 17 | | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0, aceptando la hipótesis del investigador (p-valor<0.05)

- **Paso 5. Conclusión**

Al menos uno de los promedios del contenido de aire del concreto de las distintas adiciones son diferentes.

ETAPA 4: Prueba estadística de POS HOC

TUCKEY : Muestras iguales

SCHEFFÉ : Muestras diferentes

Tabla 37: Comparaciones múltiples – Contenido de aire (%)

| (I) Adiciones | (J) Adiciones | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| C° Patron | C° + 0.05% | -,05000 | ,03600 | ,849 | -,1919 | ,0919 |
| | C° + 0.06% | -,26667* | ,03600 | ,000 | -,4085 | -,1248 |
| | C° + 0.07% | -,25000* | ,03600 | ,001 | -,3919 | -,1081 |
| | C° + 0.08% | -,48333* | ,03600 | ,000 | -,6252 | -,3415 |
| | C° + 0.09% | -,60000* | ,03600 | ,000 | -,7419 | -,4581 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

CONCLUSIÓN

Las adiciones de 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito muestran evidencias significativas de aumento del contenido de aire en el concreto respecto al concreto patrón.

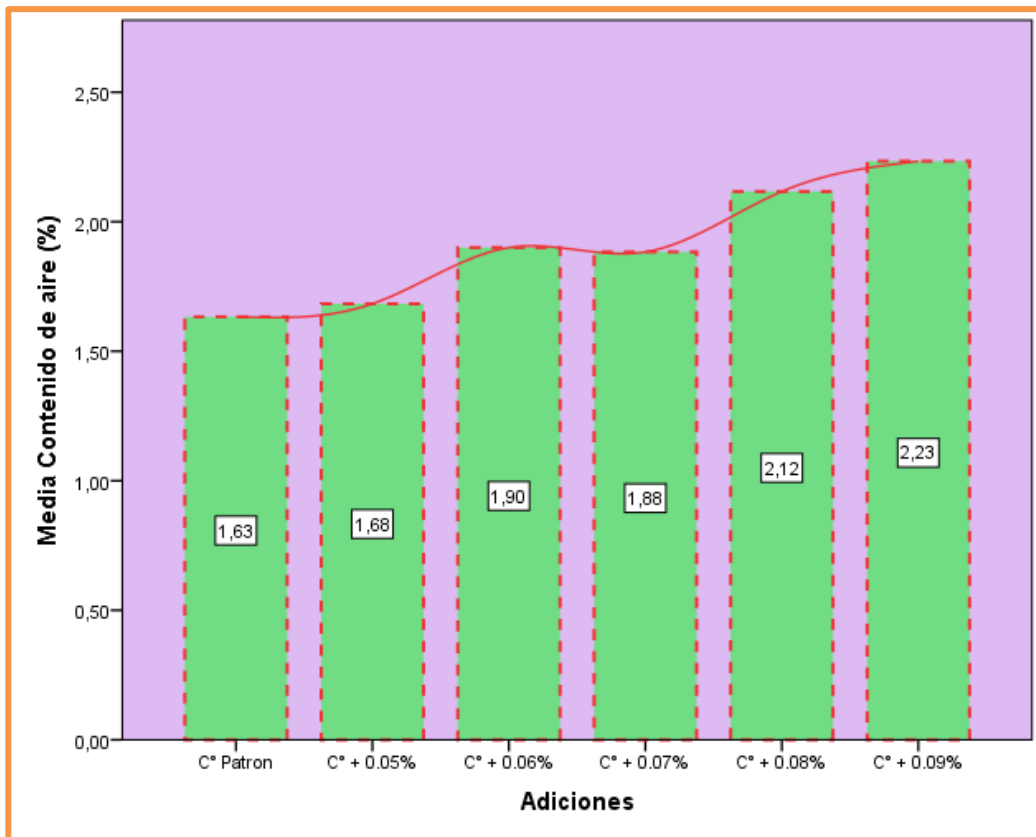


Figura 52: Prueba estadística Post Hoc (Contenido de aire)

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

Interpretación

De la contratación de Hipótesis para los ensayos resultantes para las propiedades físicas del concreto se puede resumir que en lo que respecta al asentamiento, a más porcentaje de adición de polvo de grafito la trabajabilidad del concreto disminuye, esto guarda relación con el contenido de aire ya que a más adición de polvo de grafito el aire atrapado en la mezcla se incrementa y por último también guarda relación el peso unitario del concreto en estado fresco ya que con las dos últimas adiciones el peso unitario disminuye. Para el concreto en estado fresco las adiciones de polvo de grafito están directamente relacionadas ya que al tener una consistencia seca de la mezcla esto podría afectar directamente el contenido de aire presente en la mezcla y al tener más aire atrapado en el concreto su peso unitario reduciría por el hecho de haber más cantidad de burbujas en el interior del concreto en comparación con un concreto patrón.

HE2: La adición de polvo de grafito mejorara las propiedades mecánicas del concreto, Chiclayo – 2021

De los resultados de los ensayos a los 28 días del esfuerzo a la compresión del concreto

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: Los esfuerzos axiales para los ensayos en 28 días de edad tienen normalidad

H1: Los esfuerzos axiales para los ensayos en 28 días de edad no tienen normalidad

- Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%

- Paso 3. Prueba estadística:

Tabla 38: Prueba de normalidad - Esfuerzo a la compresión

| | Adiciones | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Esfuerzo axial | C° Patron | ,231 | 3 | . | ,981 | 3 | ,733 |
| | C° + 0.05% | ,338 | 3 | . | ,852 | 3 | ,246 |
| | C° + 0.06% | ,252 | 3 | . | ,966 | 3 | ,644 |
| | C° + 0.07% | ,240 | 3 | . | ,974 | 3 | ,692 |
| | C° + 0.08% | ,368 | 3 | . | ,792 | 3 | ,095 |
| | C° + 0.09% | ,338 | 3 | . | ,853 | 3 | ,248 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la H0

- Paso 5. Conclusión

Las resistencias a la compresión de los ensayos a los 28 días tienen normalidad

ETAPA 2: Homogeneidad de Varianzas (Levene)

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: Los esfuerzos axiales compresión de los ensayos a los 28 días tienen homocedasticidad

H1: Los esfuerzos axiales de los ensayos a los 28 días no tienen homocedasticidad

- Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%

- Paso 3. Prueba estadística

Tabla 39: Prueba de muestras independientes - Esfuerzo a la compresión

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|--------------------------|------------|---|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Resistencia a compresion | C° Patron | .681 | .456 | -8.076 | 4 | .001 | -38.32000 | 4.74465 | -51.49326 | -25.14674 |
| | C° + 0.05% | | | -8.076 | 3.670 | .002 | -38.32000 | 4.74465 | -51.97357 | -24.66643 |
| | C° Patron | .935 | .388 | -7.267 | 4 | .002 | -39.87667 | 5.48762 | -55.11274 | -24.64059 |
| | C° + 0.06% | | | -7.267 | 3.260 | .004 | -39.87667 | 5.48762 | -56.57939 | -23.17395 |
| | C° Patron | .327 | .598 | .371 | 4 | .729 | 1.28333 | 3.45921 | -8.32096 | 10.88763 |
| | C° + 0.07% | | | .371 | 3.634 | .731 | 1.28333 | 3.45921 | -8.71460 | 11.28127 |
| | C° Patron | .423 | .551 | .539 | 4 | .618 | 2.41333 | 4.47458 | -10.01010 | 14.83676 |
| | C° + 0.08% | | | .539 | 3.827 | .619 | 2.41333 | 4.47458 | -10.23496 | 15.06162 |
| | C° Patron | .001 | .983 | 4.560 | 4 | .010 | 17.61667 | 3.86331 | 6.89040 | 28.34293 |
| | C° + 0.09% | | | 4.560 | 3.987 | .010 | 17.61667 | 3.86331 | 6.87706 | 28.35627 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la hipótesis nula

- Paso 5. Conclusión

Las varianzas de las resistencias a la compresión a los 28 días son homogéneas.

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: Todos los promedios de resistencias a la compresión con las diferentes adiciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de las resistencias a la compresión de las distintas adiciones son diferentes.

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**
- **Paso 3. Prueba estadística: ANOVA**

Tabla 40: ANOVA - Esfuerzo a la compresión

| | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos | 8511,310 | 5 | 1702,262 | 50,057 | ,000 |
| Dentro de grupos | 408,077 | 12 | 34,006 | | |
| Total | 8919,388 | 17 | | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0, aceptando la hipótesis del investigador (p-valor<0.05)

- **Paso 5. Conclusión**

Al menos uno de los promedios de las resistencias a la compresión de las distintas adiciones es diferentes.

ETAPA 4: Prueba estadística de POS HOC

TUCKEY : Muestras iguales

SCHEFFÉ : Muestras diferentes

Tabla 41: Comparaciones múltiples – Esfuerzo a compresión

| (I) Adiciones | (J) Adiciones | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------|---------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| C° Patron | C° + 0.05% | -38,32000* | 4,76140 | ,000 | -57,0834 | -19,5566 |
| | C° + 0.06% | -39,87667* | 4,76140 | ,000 | -58,6401 | -21,1132 |
| | C° + 0.07% | 1,28333 | 4,76140 | 1,000 | -17,4801 | 20,0468 |
| | C° + 0.08% | 2,41333 | 4,76140 | ,998 | -16,3501 | 21,1768 |
| | C° + 0.09% | 17,61667 | 4,76140 | ,071 | -1,1468 | 36,3801 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

CONCLUSIÓN

La adición de 0.05% y 0.06% de polvo de grafito muestra evidencias significativas de aumento de resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón.

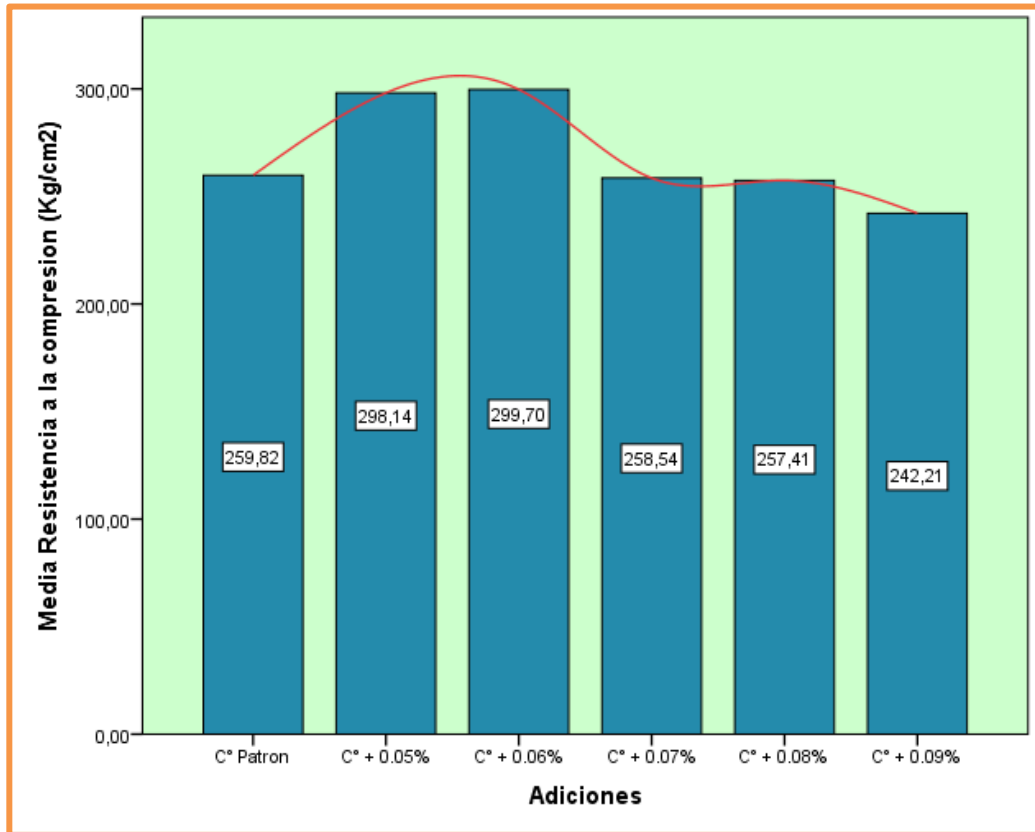


Figura 53: Prueba estadística Post Hoc - Esfuerzo a compresión

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

De los ensayos resultantes a los 28 días de la resistencia a la tracción del concreto

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- Paso 1. Planteamiento de Hipótesis

H0: La tracción y su resistencia por compresión diametral de los ensayos a los 28 días tienen normalidad

H1: La tracción y su resistencia por compresión diametral de los ensayos a los 28 días no tienen normalidad

- Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%

- Paso 3. Prueba estadística:

Tabla 42: Prueba de normalidad – Esfuerzo a tracción

| | Adiciones | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a tracción | C° Patron | ,249 | 3 | . | ,967 | 3 | ,652 |
| | C° + 0.05% | ,181 | 3 | . | ,999 | 3 | ,942 |
| | C° + 0.06% | ,254 | 3 | . | ,963 | 3 | ,632 |
| | C° + 0.07% | ,208 | 3 | . | ,992 | 3 | ,828 |
| | C° + 0.08% | ,324 | 3 | . | ,877 | 3 | ,316 |
| | C° + 0.09% | ,228 | 3 | . | ,982 | 3 | ,745 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la H0

- **Paso 5. Conclusión**

La tracción y su resistencia por compresión diametral de los ensayos a los 28 días tienen normalidad

ETAPA 2: Homogeneidad de Varianzas (Levene)

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: La tracción para sus resistencias de los ensayos a los 28 días tienen homocedasticidad

H1: Las resistencias a la tracción de los ensayos a los 28 días no tienen homocedasticidad

- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%
- **Paso 3. Prueba estadística**

Tabla 43: Prueba de muestras independientes - Esfuerzo a tracción

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|---------------------------|------------|---|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t | gl. | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Resistencia a la tracción | C° Patron | 4.068 | .114 | -2.455 | 4 | .070 | -3.37667 | 1.37550 | -7.19568 | .44234 |
| | C° + 0.05% | | | -2.455 | 2.242 | .120 | -3.37667 | 1.37550 | -8.72264 | 1.96931 |
| | C° Patron | .106 | .761 | -3.091 | 4 | .037 | -6.38000 | 2.06393 | -12.11040 | -.64960 |
| | C° + 0.06% | | | -3.091 | 3.897 | .038 | -6.38000 | 2.06393 | -12.17064 | -.58936 |
| | C° Patron | 5.481 | .079 | -4.905 | 4 | .008 | -6.61333 | 1.34834 | -10.35693 | -2.86974 |
| | C° + 0.07% | | | -4.905 | 2.077 | .036 | -6.61333 | 1.34834 | -12.21311 | -1.01355 |
| | C° Patron | .409 | .557 | -2.480 | 4 | .068 | -5.36333 | 2.16306 | -11.36895 | .64228 |
| | C° + 0.08% | | | -2.480 | 3.786 | .072 | -5.36333 | 2.16306 | -11.50503 | .77836 |
| | C° Patron | 5.178 | .085 | -3.811 | 4 | .019 | -5.15333 | 1.35234 | -8.90803 | -1.39864 |
| | C° + 0.09% | | | -3.811 | 2.101 | .058 | -5.15333 | 1.35234 | -10.71120 | .40454 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la hipótesis nula

- **Paso 5. Conclusión**

Las varianzas de las resistencias a la tracción a los 28 días son homogéneas

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Todos los promedios de resistencias a la tracción por compresión diametral con las diferentes adiciones son iguales.

H1: Al menos uno de los promedios de las resistencias a la tracción por compresión diametral de las distintas adiciones son diferentes.

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**
- **Paso 3. Prueba estadística: ANOVA**

Tabla 44: ANOVA - Esfuerzo a tracción

| | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos | 92,048 | 5 | 18,410 | 5,014 | ,010 |
| Dentro de grupos | 44,058 | 12 | 3,672 | | |
| Total | 136,106 | 17 | | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0, aceptando la hipótesis del investigador (p-valor<0.05)

- **Paso 5. Conclusión**

Al menos uno de los promedios de las resistencias a la tracción por compresión diametral de las distintas adiciones son diferentes.

ETAPA 4: Prueba estadística de POS HOC

TUCKEY : Muestras iguales

SCHEFFÉ : Muestras diferentes

Tabla 45: Comparaciones múltiples – Esfuerzo a tracción

| (I) Adiciones | (J) Adiciones | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| C° Patron | C° + 0.05% | -3,37667 | 1,56451 | ,494 | -9,5420 | 2,7886 |
| | C° + 0.06% | -6,38000* | 1,56451 | ,041 | -12,5453 | -,2147 |
| | C° + 0.07% | -6,61333* | 1,56451 | ,033 | -12,7786 | -,4480 |
| | C° + 0.08% | -5,36333 | 1,56451 | ,105 | -11,5286 | ,8020 |
| | C° + 0.09% | -5,15333 | 1,56451 | ,126 | -11,3186 | 1,0120 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

CONCLUSIÓN

La adición de 0.07% de polvo de grafito muestra evidencias significativas de aumento de resistencia a la tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón.

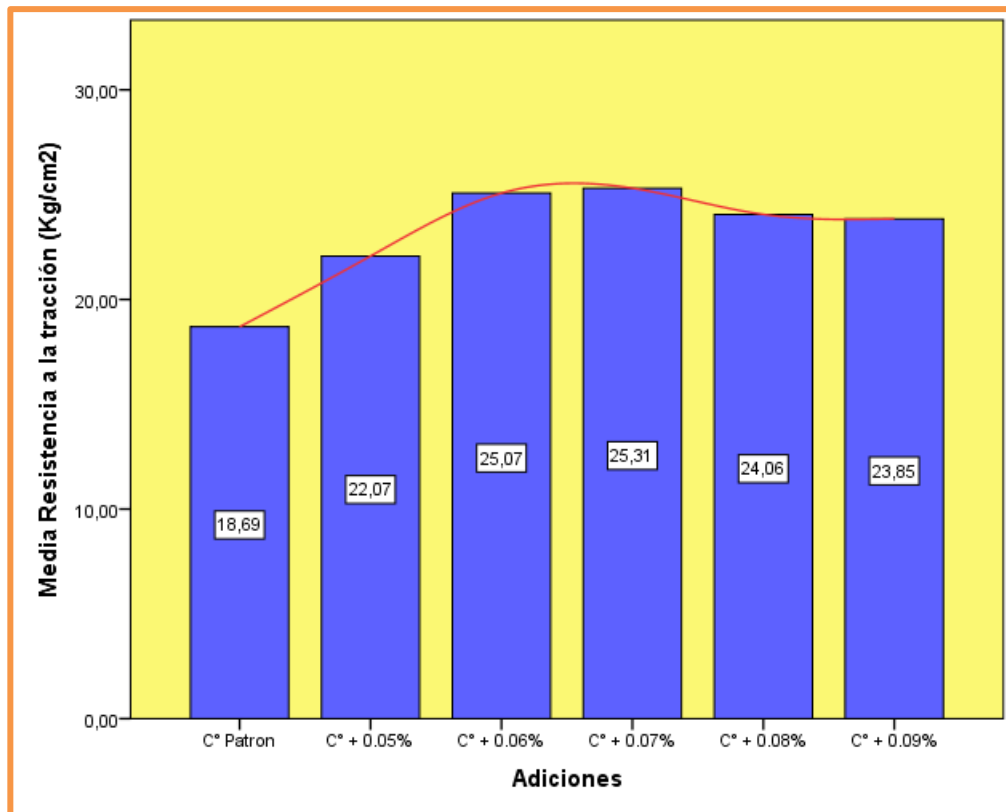


Figura 54: Prueba estadística Post Hoc - Esfuerzo a tracción

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

De los resultados de los ensayos a los 28 días de la resistencia a la flexión del concreto

ETAPA 1: *Supuesto de Normalidad*

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Para la flexión y sus resistencias de los ensayos a los 28 días tienen normalidad

H1: La flexión y sus resistencias de los ensayos a los 28 días no tienen normalidad

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**

- **Paso 3. Prueba estadística:**

Tabla 46: Prueba de normalidad – Modulo de rotura

| | Adiciones | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------------------------|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Resistencia a la flexión | C° Patron | ,210 | 3 | . | ,991 | 3 | ,820 |
| | C° + 0.05% | ,343 | 3 | . | ,844 | 3 | ,224 |
| | C° + 0.06% | ,219 | 3 | . | ,987 | 3 | ,780 |
| | C° + 0.07% | ,344 | 3 | . | ,841 | 3 | ,218 |
| | C° + 0.08% | ,196 | 3 | . | ,996 | 3 | ,879 |
| | C° + 0.09% | ,209 | 3 | . | ,992 | 3 | ,824 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la H0

- **Paso 5. Conclusión**

Estas resistencias por flexión de los ensayos a los 28 días presentan normalidad

ETAPA 2: Homogeneidad de Varianzas (Levene)

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**
H0: Las resistencias a la flexión de los ensayos a los 28 días presentan homocedasticidad
H1: Las resistencias a la flexión de los ensayos a los 28 días no presentan homocedasticidad
- **Paso 2. Nivel de significancia:** 0.05 ó 5%
- **Paso 3. Prueba estadística**

Tabla 47: Prueba de muestras independientes - Modulo de rotura

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|---------------------------|------------|---|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Resistencia a la tracción | C° Patron | 4.068 | .114 | -2.455 | 4 | .070 | -3.37667 | 1.37550 | -7.19568 | .44234 |
| | C° + 0.05% | | | -2.455 | 2.242 | .120 | -3.37667 | 1.37550 | -8.72264 | 1.96931 |
| | C° Patron | .106 | .761 | -3.091 | 4 | .037 | -6.38000 | 2.06393 | -12.11040 | -.64960 |
| | C° + 0.06% | | | -3.091 | 3.897 | .038 | -6.38000 | 2.06393 | -12.17064 | -.58936 |
| | C° Patron | 5.481 | .079 | -4.905 | 4 | .008 | -6.61333 | 1.34834 | -10.35693 | -2.86974 |
| | C° + 0.07% | | | -4.905 | 2.077 | .036 | -6.61333 | 1.34834 | -12.21311 | -1.01355 |
| | C° Patron | .409 | .557 | -2.480 | 4 | .068 | -5.36333 | 2.16306 | -11.36895 | .64228 |
| | C° + 0.08% | | | -2.480 | 3.786 | .072 | -5.36333 | 2.16306 | -11.50503 | .77836 |
| | C° Patron | 5.178 | .085 | -3.811 | 4 | .019 | -5.15333 | 1.35234 | -8.90803 | -1.39864 |
| | C° + 0.09% | | | -3.811 | 2.101 | .058 | -5.15333 | 1.35234 | -10.71120 | .40454 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

No se rechaza la hipótesis nula

- **Paso 5. Conclusión**

Las varianzas de las resistencias a la flexión a los 28 días son homogéneas

ETAPA 3: ANOVA de un factor

- **Paso 1. Planteamiento de Hipótesis**

H0: Todos los promedios de resistencias a la flexión con las diferentes adiciones son iguales

H1: Al menos uno de los promedios de las resistencias a la flexión de las distintas adiciones son diferentes

- **Paso 2. Nivel de significancia: 0.05 ó 5%**
- **Paso 3. Prueba estadística: ANOVA**

Tabla 48: ANOVA - Modulo de rotura

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Entre grupos | 365,915 | 5 | 73,183 | 6,161 | .005 |
| Dentro de grupos | 142,550 | 12 | 11,879 | | |
| Total | 508,465 | 17 | | | |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

- **Paso 4. Regla de decisión:** p-valor < 0.05 (Rechaza la H0)
p-valor > 0.05 (Se acepta la H0)

Se rechaza la H0, aceptando la hipótesis del investigador (p-valor<0.05)

- **Paso 5. Conclusión**

Al menos uno de los promedios de las resistencias a la flexión de las distintas adiciones son diferentes.

ETAPA 4: Prueba estadística de POS HOC

TUCKEY : Muestras iguales

SCHEFFÉ : Muestras diferentes

Tabla 49: Comparaciones múltiples – Modulo de rotura

| (I) Adiciones | (J) Adiciones | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------|---------------|----------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| C° Patron | C° + 0.05% | -4,22667 | 2,81415 | ,805 | -15,3165 | 6,8631 |
| | C° + 0.06% | -11,73333* | 2,81415 | ,036 | -22,8231 | -,6435 |
| | C° + 0.07% | -11,23000* | 2,81415 | ,046 | -22,3198 | -,1402 |
| | C° + 0.08% | -3,12333 | 2,81415 | ,934 | -14,2131 | 7,9665 |
| | C° + 0.09% | -1,91333 | 2,81415 | ,992 | -13,0031 | 9,1765 |

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

CONCLUSIÓN

Las adiciones de 0.06% y 0.07% de polvo de grafito muestran evidencias significativas de aumento del módulo de rotura con respecto al concreto patrón.

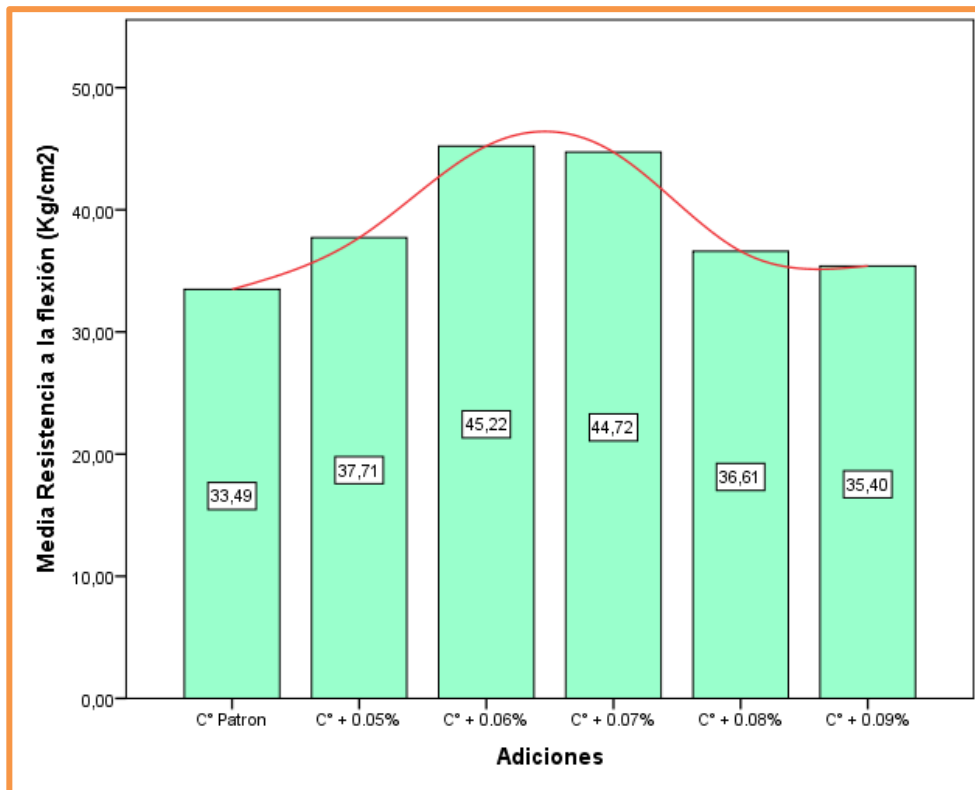


Figura 55: Prueba estadística Post Hoc - Modulo de rotura

Fuente: (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS))

Interpretación

De las propiedades mecánicas del concreto podemos resumir que si existe un aumento significativo de las resistencias a compresión, tracción y flexión del concreto con las adiciones de 0.06% y 0.07% de polvo de grafito, cabe recalcar que con las adiciones de 0.08% las resistencias empezaron a disminuir, pero aun así se mantuvieron por encima del concreto patrón.

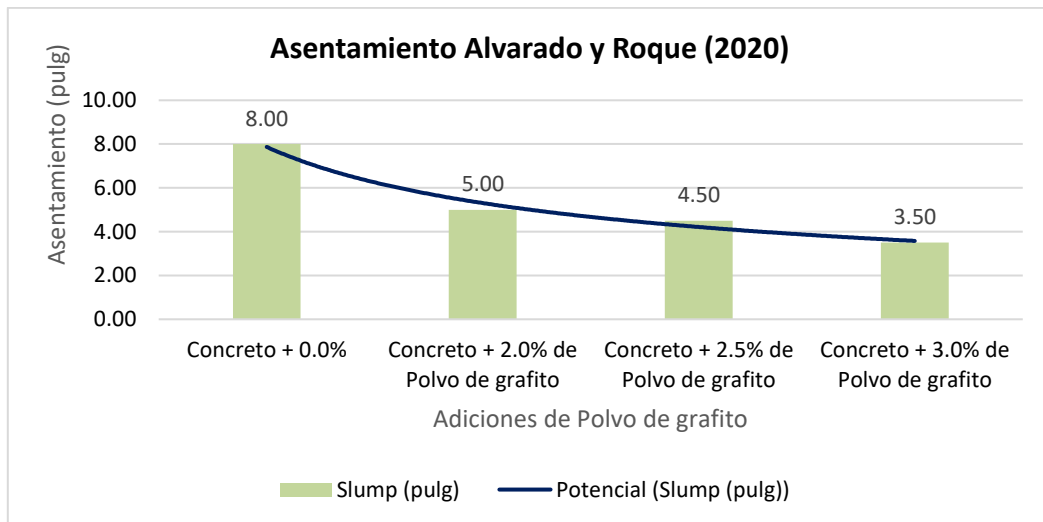
V. DISCUSIÓN

En este capítulo se hace una comparación de los resultados que han obtenido algunas investigaciones con los resultados de esta presente investigación, discutiendo los resultados para hallar semejanzas o discrepancias al adicionar 5 dosificaciones de polvo de grafito al concreto, estableciendo una comparación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para las propiedades varias del concreto.

OE1: Determinar la influencia de las propiedades físicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021

Asentamiento del concreto (Slump)

Alvarado & Roque (2020), cuya investigación experimental tuvo como objetivo determinar la influencia de polvo de grafito en las propiedades mecánicas de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm². Empleo adiciones de 0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0%. Los asentamientos que obtuvo de los ensayos de la prueba del cono de abrams fue 8", 5", 4.5" y 3.5" respectivamente, evidenciando que la adición de polvo de grafito en la mezcla de concreto reduce el asentamiento y por ende reduce su trabajabilidad.



Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de esta investigación que también se determinó las propiedades físicas del concreto adicionando polvo de grafito en proporciones de 0%, 0.05%,

0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% con respecto al peso del cemento. El asentamiento se reduce drásticamente con la adición de polvo de grafito, teniendo un slump 8.89cm, 8.04cm, 7.83cm, 6.56cm, 5.08cm y 4.23cm respectivamente, haciendo de la mezcla un aglomerante difícil de trabajar y moldear.

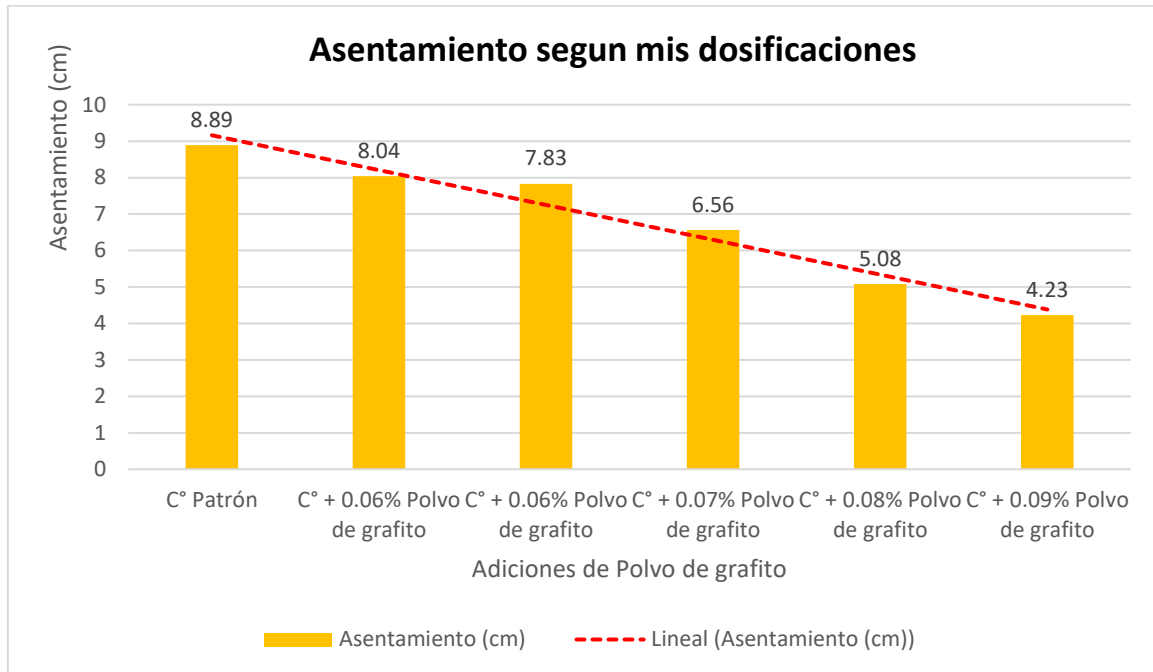


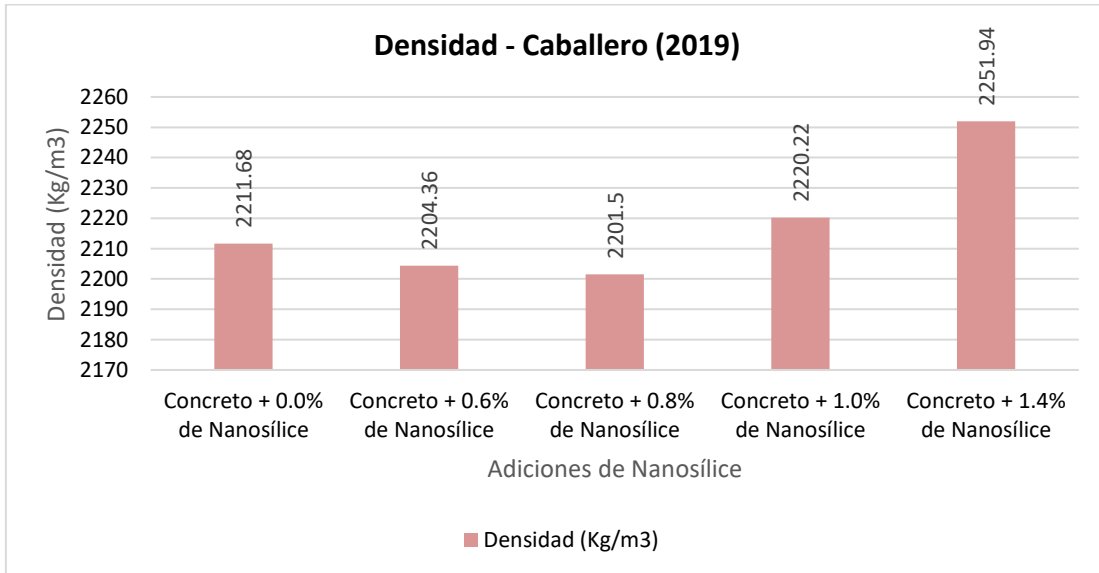
Figura 56. Asentamiento del concreto según mis dosificaciones
Elaboración propia

Comparando mis resultados con los de Alvarado & Roque (2020) puedo decir que existe una similitud ya que, al agregar polvo de grafito a la mezcla de concreto, esta reduce su trabajabilidad medida en Slump (pulg) haciéndola más difícil de trabajar o moldear. En ambos casos alcanza la máxima reducción con la adición de la última dosificación.

Densidad (Kg/m3)

Caballero (2019), cuya investigación tuvo como objetivo mejorar la resistencia de concretos elaborados con agregados de la cantera de Añashuayco mediante la adición de Nanosílice. Para un concreto $f'c$ 210 Kg/cm² con dosificaciones de 0%, 0.6%, 0.8% 1.0% y 1.4% de Nanosílice obtuvieron los resultados de los ensayos que determinaron la densidad del concreto en estado fresco, siendo la densidad de 2211.68, 2204.36, 2201.5, 2220.22 y 2251.94 Kg/m³, estos resultados muestran

una ligera disminución de la densidad con las 2 primeras adiciones, por otro lado, las 2 últimas adiciones muestran un incremento de la densidad del concreto representando su máxima adición en un 1.82% respecto al patrón.



Fuente: Elaboración propia

En esta investigación la cual determinó las propiedades físicas del concreto adicionando 0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito con respecto al peso del cemento. Obtuvo densidades que disminuyeron con las adiciones de 0.08% y 0.09% de polvo de grafito teniendo 2290.5, 2290.4, 2290.65, 2290.31, 2283.64 y 2276.93 Kg/m3 respectivamente.

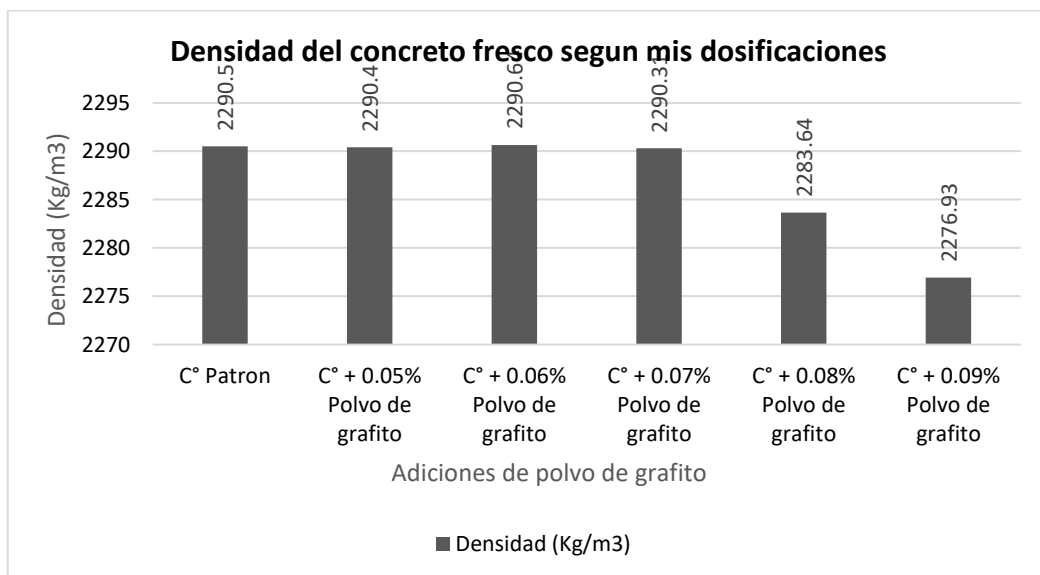
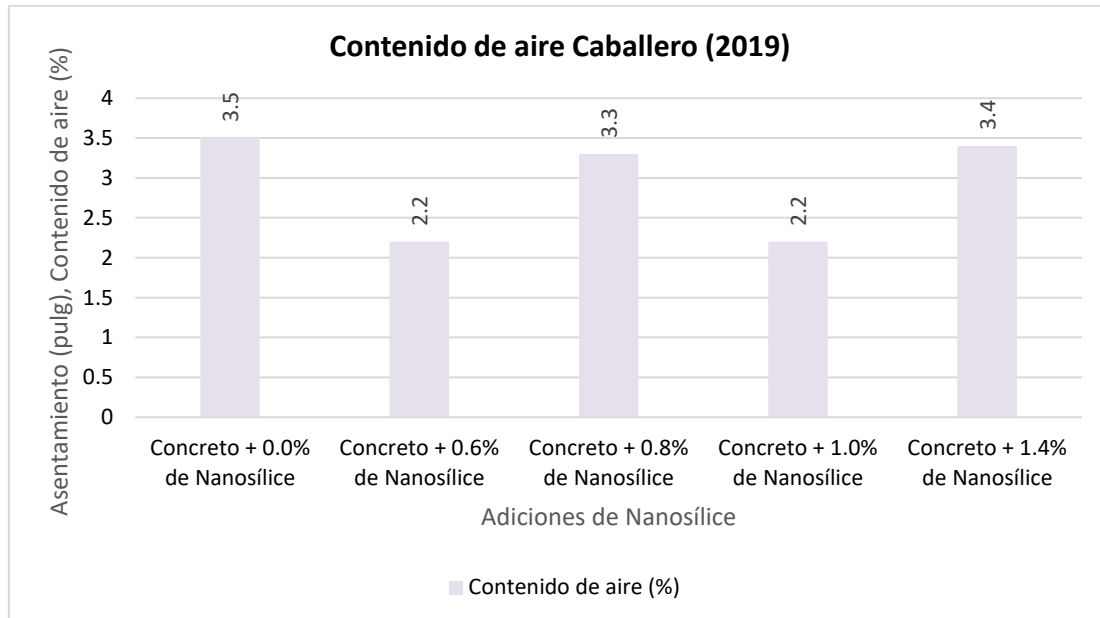


Figura 57. Densidad del concreto según mis dosificaciones
Elaboración propia

Definitivamente, comparando los resultados en ambas investigaciones experimentales se evidencia una contradicción con los resultados de la densidad del concreto, ya que el investigador tiene resultados que si bien es cierto disminuyen con algunas de sus dosificaciones, estas densidades vuelven a aumentar al momento de seguir adicionando nanosílice teniendo un porcentaje máximo de incremento de 1.82% respecto al patrón.

Contenido de aire (%)

Caballero (2019), cuya investigación tuvo como objetivo mejorar la resistencia de concretos elaborados con agregados de la cantera de Añashuayco mediante la adición de Nanosílice. Para un concreto $f'c$ 210 Kg/cm² con dosificaciones de 0%, 0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4% de Nanosílice se obtuvieron los resultados de contenido de aire y estos, son muy variados ya que los valores suben y bajan conforme se le adiciona Nanosílice obteniendo valores de 3.5%, 2.2%, 3.3%, 2.2% y 3.4% de aire atrapado en la mezcla.



Fuente: Elaboración propia

En esta investigación que determinó la propiedad de contenido de aire del concreto adicionando 0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito con respecto al peso del cemento. Obtuvo porcentajes de aire atrapado equivalentes a

1.63%, 1.68%, 1.90%, 1.88%, 2.12% y 2.23% respectivamente, siendo incompatible con el valor de diseño que según el diseño de mezcla el contenido de aire máximo es 2.0%.

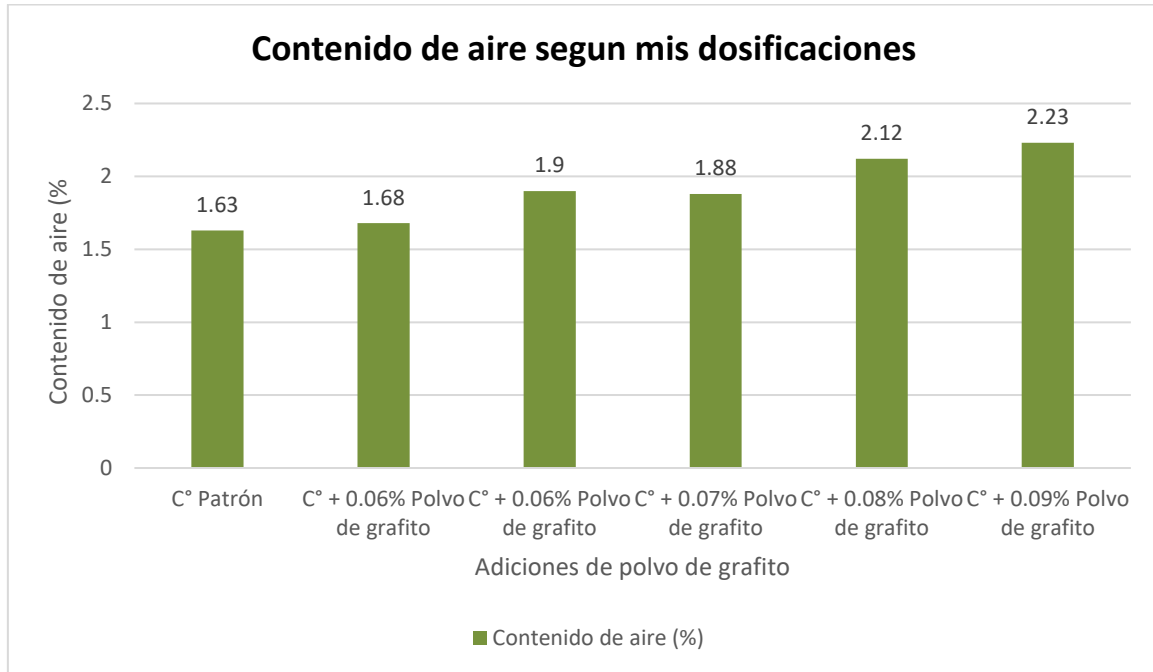


Figura 58. Contenido de aire según mis dosificaciones
Elaboración propia

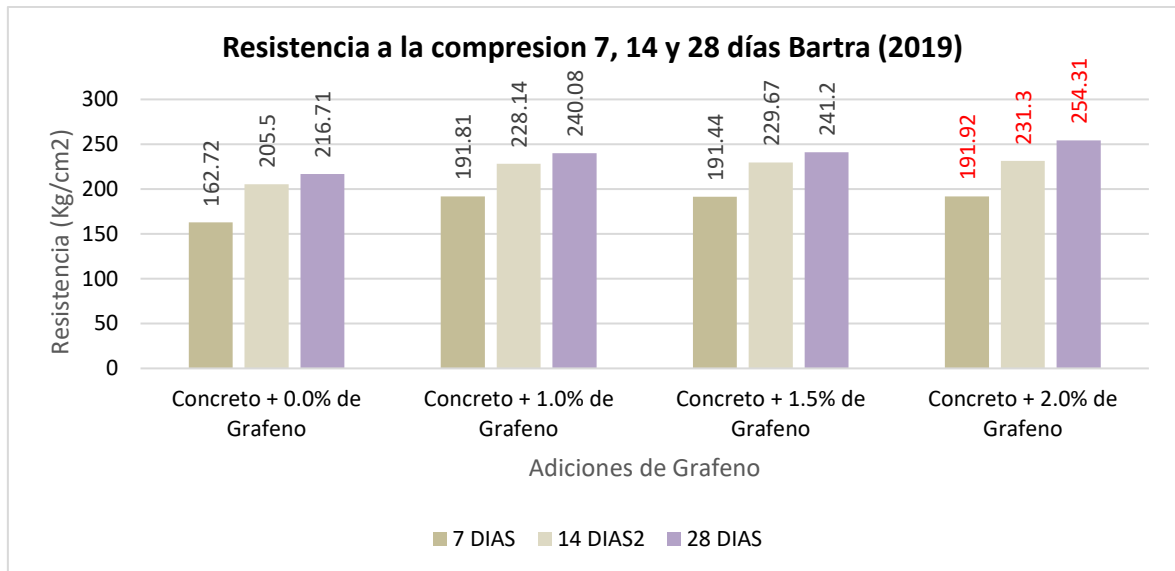
Comparando a Caballero (2019) con mis resultados se evidencia una contradicción ya que el contenido de aire en el primer caso no es estable pudiendo bajar y subir con cada una de las adiciones de nanosílice, en cambio para esta investigación el contenido de aire se mantiene con la tendencia a aumentar, provocando más contenidos de vacíos en el concreto.

OE2: Determinar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo – 2021

Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

Bartra (2019), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'_c 210 kg/cm² en Tarapoto - 2017, realizando ensayos que determinen las propiedades mecánicas del concreto, en este caso resistencia a compresión. Tuvo dosificaciones de 0.0%, 1.0%, 1.5%, y 2.0% de grafeno. Como resultado de

la resistencia a la compresión, a los 7, 14 y 28 días se tuvo un aumento máximo de su resistencia con la adición de 2.0% grafeno teniendo un incremento de la resistencia de 191.92 Kg/cm², 231.30 Kg/cm² y 254.31 Kg/cm² respectivamente, estas resistencias equivalen a un aumento porcentual de 17.94%, 12.55% y 17.35% respectivamente, con respecto al patrón.



Fuente: Elaboración propia

En esta investigación que también determinó las propiedades mecánicas del concreto el cual adiciono 0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito. Referente al esfuerzo a la compresión, se obtuvo resultados a los 7, 14 y 28 días, evidenciando que el aumento máximo de la resistencia ocurre con la adición de 0.06% de polvo de grafito, obteniendo resistencias promedio de 203.19 Kg/cm², 245.75 Kg/cm² y 299.70 Kg/cm², respectivamente, lo cual representa un incremento porcentual de 3.26%, 24.88% y 15.35% respectivamente comparando estos resultados con el concreto patrón.

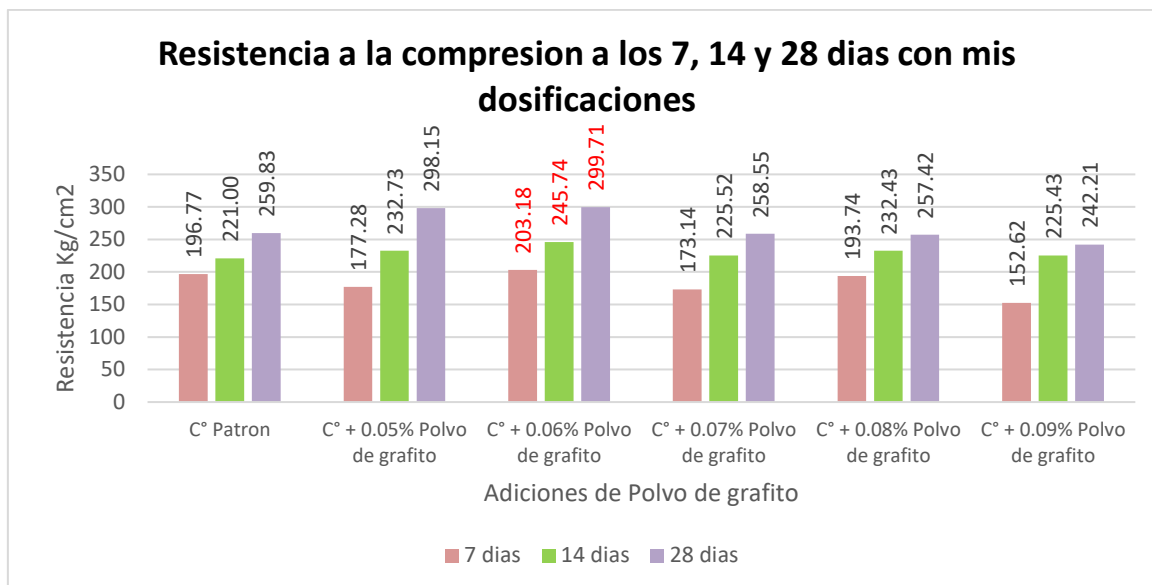
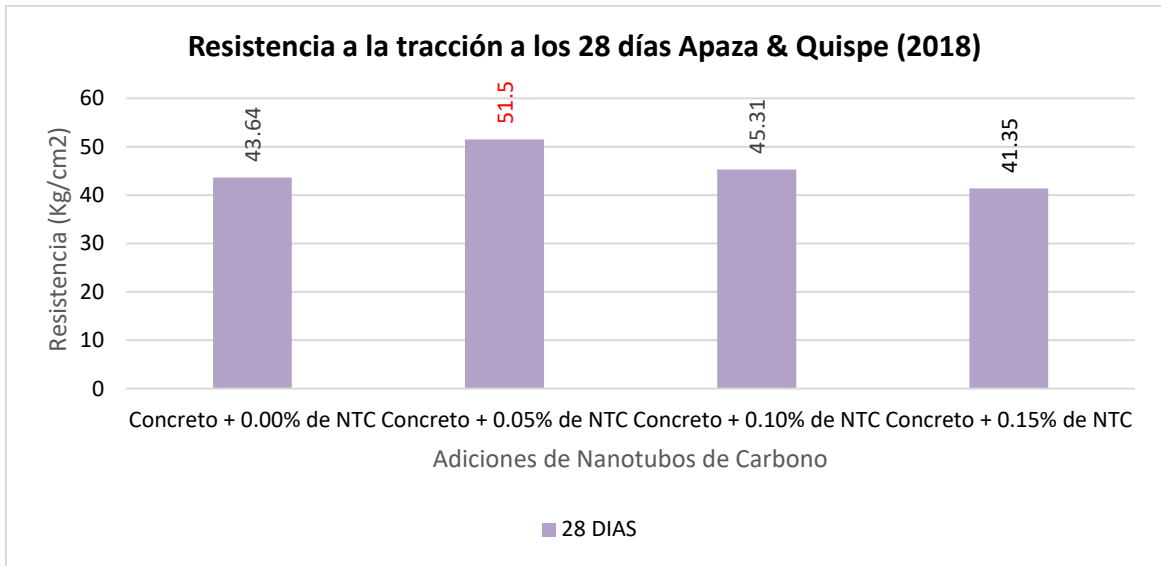


Figura 59. Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días
Elaboración Propia

Comparando los resultados en ambas investigaciones experimentales se evidencia una contradicción con los resultados de los esfuerzos a la compresión del concreto al adicionar polvo de grafito y se determinó que la dosificación de 0.06% es la más óptima.

Resistencia a la tracción por compresión diametral (Kg/cm²)

Apaza & Quispe (2018) cuyo proyecto de investigación tuvo como objetivo demostrar que la adición de Nanotubos de Carbono mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del concreto, realizando ensayos que determinen las propiedades mecánicas del concreto, una de ellas es la resistencia a tracción por compresión diametral. Planteo dosificaciones de 0.0%, 0.05%, 0.10%, y 0.15% de nanotubos de carbono. Como resultado de la resistencia a la tracción, a los 28 días las resistencias fueron de 43.64 Kg/cm², 51.50 Kg/cm², 45.31 Kg/cm² y 41.35 Kg/cm² respectivamente, habiendo un aumento en la resistencia a la tracción máxima de 18.02% respecto al patrón.



Fuente: Elaboración propia

En esta investigación también se realizaron ensayos para determinar el esfuerzo a la tracción en probetas cilíndricas adicionando porcentajes de 0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% con respecto al peso del cemento. Obteniendo resultados a los 28 días, demostrando esfuerzos de 18.69 Kg/cm², 22.07 Kg/cm², 25.07 Kg/cm², 25.31 Kg/cm², 24.06 Kg/cm² y 23.85 Kg/cm² respectivamente, siendo en grados porcentuales incrementos de 18.08%, 35.14%, 35.42%, 28.73%, y 27.61%, cabe recalcar que todas las adiciones muestran un aumento de la resistencia a la tracción, pero solo una de ella es la que aporta mayor resistencia en comparación al patrón.

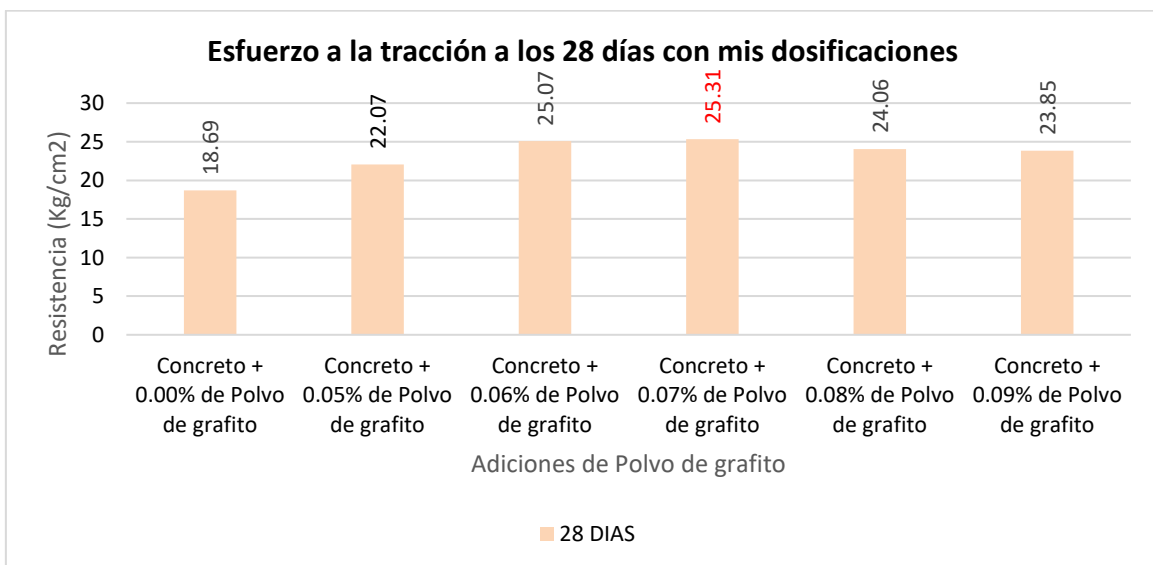
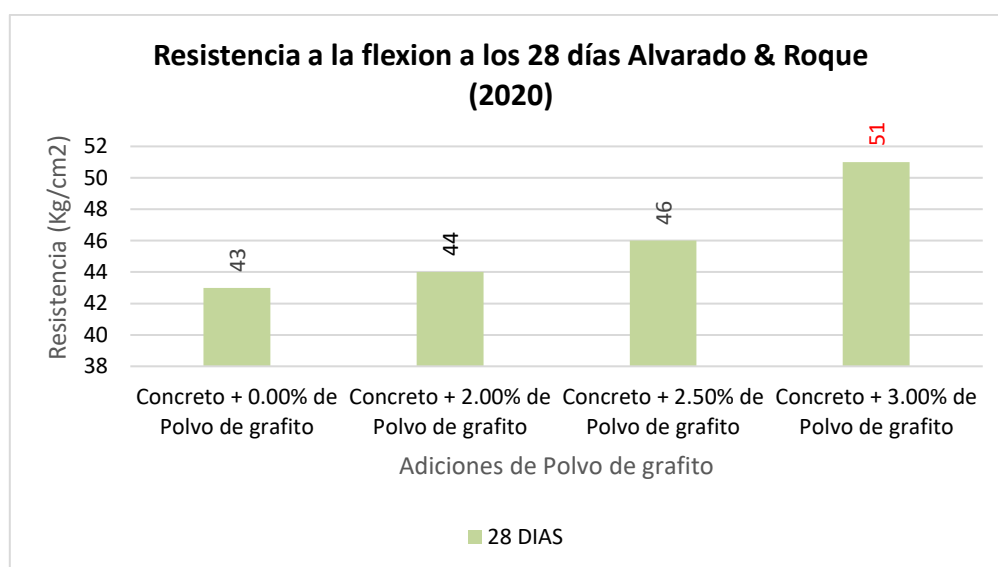


Figura 60. Esfuerzo a la tracción del concreto según mis dosificaciones
Elaboración propia

En ambas investigaciones experimentales se evidencia una similitud con los resultados de la resistencia a la tracción del concreto al adicionar polvo de grafito y se determinó que la dosificación de 0.07% es la más óptima.

Módulo de rotura (Kg/cm2)

Alvarado & Roque (2020), en su tesis tuvo como objetivo determinar la influencia de polvo de grafito en las propiedades mecánicas de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm². Adiciono polvo de grafito en dosis de 0.0%, 2.0%, 2.5% y 3.0% obteniendo resultados de la resistencia a la flexión de 43 Kg/cm², 44 Kg/cm², 46 Kg/cm² y 51 Kg/cm² respectivamente. Se puede apreciar que según los resultados obtenidos por los autores muestran un incremento del módulo de rotura de 18.60% respecto al patrón siendo la dosificación óptima del 3% de adición de polvo de grafito.



Fuente: Elaboración propia

En esta investigación también se realizaron ensayos para determinar la resistencia a la flexión o módulo de rotura en probetas prismáticas adicionando porcentajes de 0%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% y 0.09% de polvo de grafito con respecto al peso del cemento. Obteniendo resultados a los 28 días, de 36.84, 41.49, 49.74, 49.19, 40.27 y 38.94 Kg/cm² respectivamente, siendo en grados porcentuales incrementos de 12.63%, 35.04%, 33.53%, 9.32%, y 5.71%, cabe recalcar que todas las adiciones muestran un aumento de la resistencia a la flexión, pero solo una de ella es la que aporta mayor resistencia en comparación al patrón.

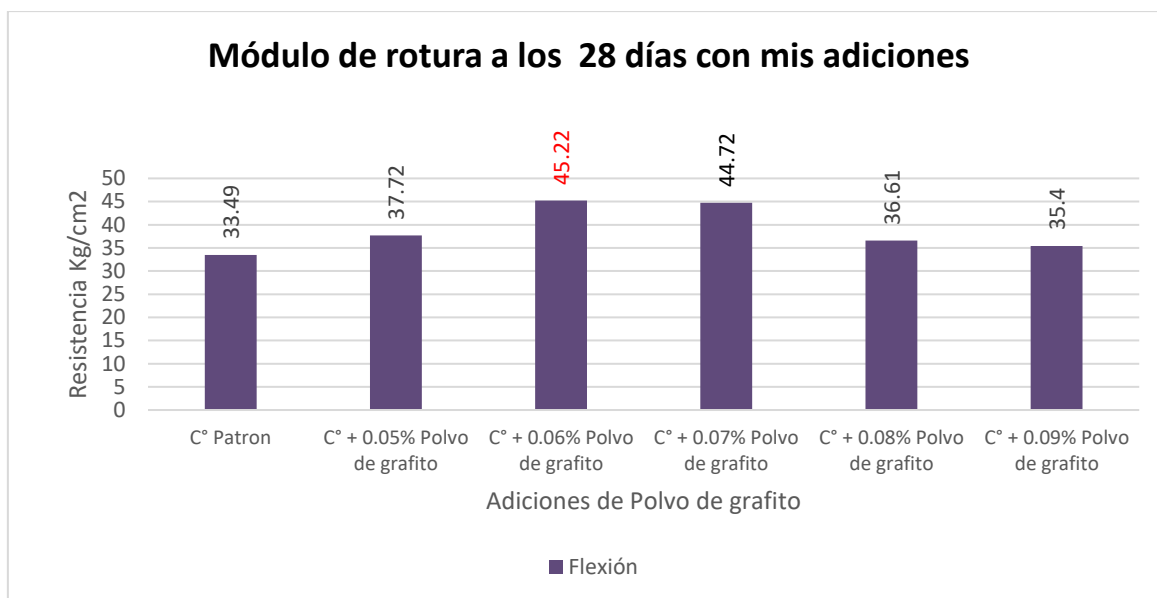
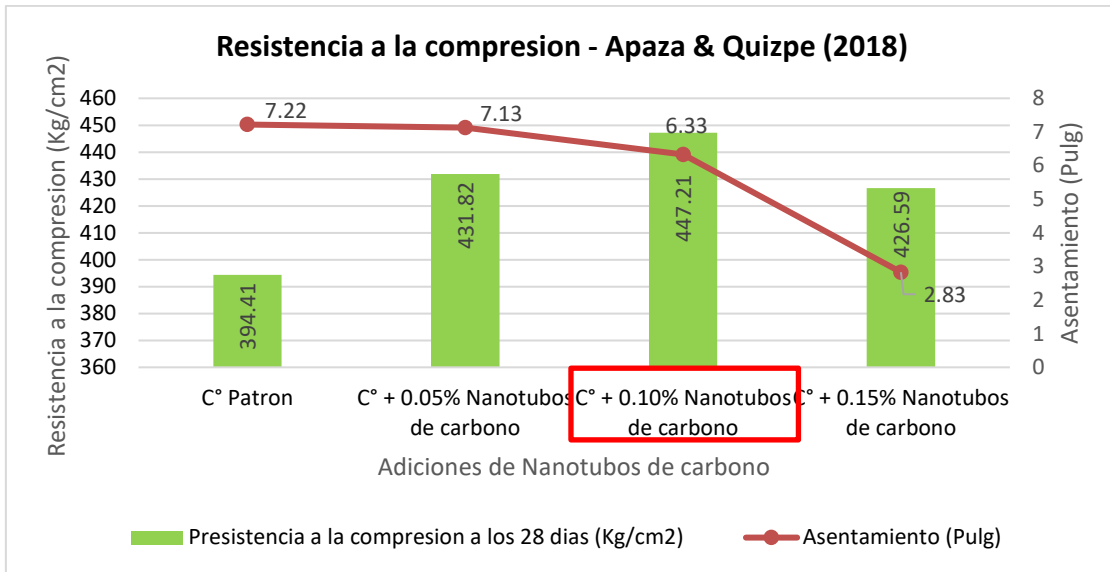


Figura 61. Módulo de rotura según mis dosificaciones
Elaboración propia

En ambas investigaciones experimentales se evidencia una contradicción con los resultados del módulo de rotura del concreto al adicionar polvo de grafito y se determinó que la dosificación de 0.06% es la más óptima alcanzando una diferencia porcentual respecto al patrón de 35.03%.

OE3: Determinar la influencia de la dosificación de la adición de polvo de grafito en las propiedades del concreto, Chiclayo – 2021

Apaza & Quispe (2018), en su trabajo cuyo objetivo demostrar que la adición de Nanotubos de Carbono mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del concreto. El autor agregó nanotubos de carbono en proporciones de 0.0%, 0.05%, 0.10% y 0.15%, en donde se pudo apreciar un aumento del esfuerzo axial con la adición en menor dosis de 0.10%, mientras se le adiciona más nanotubos de carbono la resistencia tiende a disminuir, por otro lado, en cuanto al asentamiento, se reduce la trabajabilidad con la adición de 0.10% de nanotubos de carbono y conforme se le adicione más nanotubos de carbono la trabajabilidad se reduce aún más.



Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación el esfuerzo a la compresión mejoró notablemente con la dosificación de 0.06% de polvo de grafito obteniendo un 15.35% de incremento con respecto al concreto patrón. Esta dosificación reduce mínimamente la trabajabilidad del concreto estando dentro del rango aceptable por el diseño de mezcla, teniendo la característica de ser una mezcla plástica que esta entre 3" a 4" de consistencia.

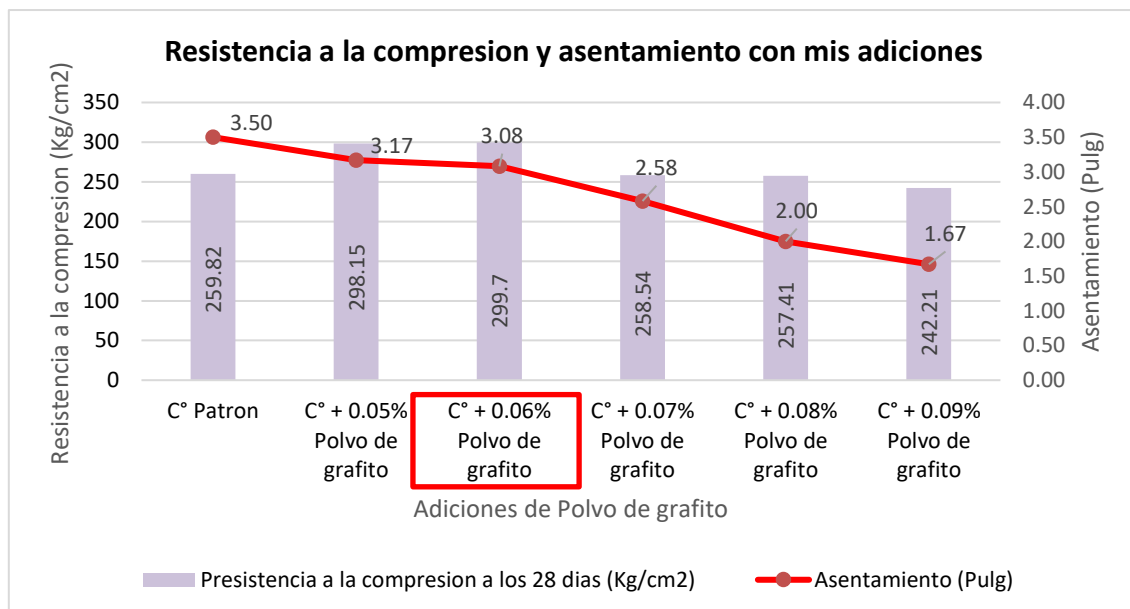


Figura 62. Resistencia a la compresión y asentamiento según mis dosificaciones
Elaboración propia

Dicho esto, en estos casos considerando a la dosificación existe una similitud ya que Apaza & Quispe (2018), obtiene mejores resultados con la segunda dosificación (0.10%), y la presente investigación también encuentra mejoras en su resultado con la segunda dosificación (0.06%), así como también el efecto que trae la adición de ambos productos en la trabajabilidad de la mezcla, por lo tanto, la inclusión en proporciones mínimas de polvo de grafito si da un efecto sobresaliente al concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. El asentamiento del concreto al adicionar polvo de grafito con las dosis de 0.05% y 0.06% disminuye un 9.43% y 12% respectivamente manteniéndose en el rango aceptable para una mezcla plástica, por otro lado, las adiciones de 0.07%, 0.08% y 0.09% disminuyen drásticamente en un 26.29%, 42.86% y 47.71% haciéndolo poco trabajable, alcanzando una consistencia seca.
2. El contenido de aire muestra un aumento de la cantidad de vacíos en el concreto con las adiciones de 0.08% y 0.09% de polvo de grafito, aumentando el contenido de aire en un 30.06% y 36.80% respectivamente.
3. La densidad del concreto manifestó una reducción con las dosis de 0.08% y 0.09%, siendo esta reducción un 0.3% y 0.60% respecto al patrón.
4. Los resultados referentes a las cualidades mecánicas del concreto confirman que el polvo de grafito si influye en las resistencias de compresión y flexión, comparándolos con la resistencia del concreto patrón, obteniendo incrementos de 15.35% y 35.03% respectivamente con la dosis de 0.06% y un aumento de la resistencia a la tracción de 35.42% con la dosis de 0.07%.
5. Las adiciones de 0.08% y 0.09% de polvo de grafito influyen negativamente en las cualidades físicas del concreto ya que, al reducir el asentamiento, aumentar el contenido de aire se reduce el peso unitario del concreto fresco, afectando la calidad final del concreto endurecido. Las adiciones de 0.05%, 0.06% y 0.07% influyen positivamente en las cualidades mecánicas del concreto

VII. RECOMENDACIONES

Como ya se determinó que el polvo de grafito si influye en las propiedades del concreto, se da una serie de recomendaciones.

1. Se recomienda aplicar nuevos métodos de dispersión o aplicación de polvo de grafito en el concreto, con la finalidad de aprovechar al máximo las propiedades que pueda aportar este nanocompuesto de carbono a la resistencia final del concreto.
2. Es recomendable usar el polvo de grafito en la mezcla de concreto con la finalidad de obtener mayores resistencias a edades tempranas y así poder aplicar este nanomaterial en futuras construcciones que así lo requieran.
3. Se recomienda que las probetas sean curadas por inmersión hasta el día que sean ensayadas, pues así lo dictamina la norma NTP 339.183.
4. Se recomienda seguir un estricto control de calidad en cuanto a la participación de los agregados, cemento, agua y/o aditivos, antes de elaborar mezclas de concretos, ya que una variación de cualquiera de estos componentes puede afectar la resistencia final del concreto.
5. Se recomienda realizar al menos 10 muestras por ensayo y edad del concreto para así poder tener en cuenta valores estadísticos y generar un resultado mucho más exacto, reduciendo el error en las muestras de concreto.

REFERENCIAS

[En línea] <https://www.youtube.com/watch?v=zb0ucnPUMYI>.

Agencia de noticias UN. 2019. Universidad Nacional de Colombia. [En línea] 2019. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/cono-modificado-para-pruebas-de-concretos-recibe-patente.html>.

Akarley et al. 2015. *Analisis granulometrico de agregados fino y grueso*. Trujillo : s.n., 2015.

Apaza Mango Victor & Quispe Mamani Katherine. 2018. Mejoramiento de propiedades mecanicas del concreto con adicion de nanotubos de carbono. Arequipa : s.n., 2018.

ASTM International. 2009. Contenido de aire del hormigon fresco. Método de presión. *ASTM C231*. 2009.

— **2003.** Especificacion estandar. Agregados para el concreto. *ASTM C33*. 2003.

— **Metodo de ensayo estandar para la resistencia a la flexion del concreto (Usando viga simple con carga a los dos tercios del claro).** *ASTM C78*.

— **2002.** Método de ensayo estandar para resistencia a la flexion del concreto (Usando una viga simple con carga al centro del claro). *ASTM C293*. 2002.

— **2010.** Método de ensayo normalizado para asentamiento de concreto de cemento hidraulico. *ASTM C143*. 2010.

— **2017.** Método de prueba estándar para Densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico)de hormigó. *ASTM C138*. United States : s.n., 2017.

— **2019.** Standard Practice for. Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. *ASTM C31*. United States : s.n., 2019.

Baena, Paz Guillermina. 2017. *Metodologia de la Investigacion Serie integral por competencias*. Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017. 9786077447481.

Bartra, Chujutally David Enrique. 2019. *Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm² Tarapoto, 2018*. Tarapoto : s.n., 2019.

Botto Lugo Raisa & Santacruz Pachon Paola. 2017. Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono. Bogota - Colombia : s.n., 2017.

Cabrera, Caterbetti y Scarzo. 2018. *Produccion de ánodos de grafito para proteccion catódica. Estudio de prefactibilidad.* San Rafael, Mendoza, Argentina : s.n., 2018.

Calderón et al. 2015. *Pesos unitarios de los agregados.* Trujillo : s.n., 2015.

Carranza Morales, Juan & Paredes Quintana, Reynaldo. 2018. Evaluacion tecnico-economica de los agregados producidos por las canteras de la Provincia de Chiclayo para fines de ibras viales". Pimentel : s.n., 2018.

Carrasco, Díaz Sergio. 2006. *Metodologia de la Investigacion Cientifica.* Lima : San Marcos, 2006. 9972342425.

Cementos INKA. Cementos INKA. [En línea] <https://www.cementosinka.com.pe>.

Cementos Pacasmayo. Cementos Pacasmayo. [En línea] <https://www.cementospacasmayo.com.pe/>.

civilmas.net. civilmas.net. [En línea] <https://civilmas.net/tecnologia-del-concreto/componentes-del-concreto/>.

Colqui, Lazaro. 2020. *Mejoramiento de las propiedades fisico-mecánicas del concreto impermeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante sikaplast-740PE, Lima 2020.* Lima : s.n., 2020.

Corporacion Aceros Arequipa. 2010. *Manual del maestro constructor.* Lima : s.n., 2010.

Definición.xyz. Definición.xyz. [En línea] [Citado el: Martes de Mayo de 2021.] <https://definicion.xyz/concreto/>.

Direccion General de Desarrollo Minero. Economia, Secretaria de. 2018. Mexico : s.n., 2018.

Egeo Almería SL. Habitissimo. [En línea] https://fotos.habitissimo.es/foto/ensayo-de-granulometria-de-suelos-por-tamizado_762426.
Ensayo Granulometrico.

Garcia, Millar Victor Hugo. 2017. *Porcentaje de aire incorporado en el hormigon y su desempeño.* Santiago : s.n., 2017.

Guacho, Padilla, Buenaño y Cuaical. 2019. *Obtención de capas de grafeno a través de la exfoliación mecánica del grafito.* 2019.

Hernández, Fernández, Baptista. 2014. *Metodologia de la investigacion.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 9781456223960.

Ibertest. Ibertest - Advanced testing solutions. [En línea] <https://www.ibertest.es/products/maquina-de-ensayo-para-materiales-de-alta-resistencia-la-compresion-serie-meh/>.

Kosmatka et al. 2004. *Diseño y control de mezclas de concreto*. E.E.U.U. : s.n., 2004.

Landázuri Mejía & Vásquez Urbano. 2019. *Análisis experimental de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón de alta resistencia elaborado con partículas de nanosilice*. Quito : s.n., 2019.

Martínez, Huitle Uriel Alejandro. 2011. *Fabricación y purificación de nanotubos de carbono para el desarrollo y caracterización de conductores eléctricos transparentes*. México : s.n., 2011.

Ministerio de transportes y comunicaciones. MTC E 711.

Narva et al. 2018. *Peso específico y absorción del agregado grueso*. 2018.

Niño, Rojas Miguel Victor. 2011. *Metodología de la Investigación diseño y ejecución*. Bogotá : Adriana Gutiérrez M., 2011. 9789588675947.

Norma Técnica Peruana. 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. *NTP 400.021*. 2° Edición. Lima : s.n., 2002.

—. **2001.** AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *NTP 400.012*. 2° Edición. Lima : s.n., 2001.

—. **2013.** AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *NTP 400.022*. 3° Edición. Lima : s.n., 2013.

—. **1999.** AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. *NPT 400.017*. 2° Edición. Lima : s.n., 1999.

NTP 339.185. 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total avaporable de agregados por secado. Lima : s.n., 2013.

NTP 399.084. Norma Técnica Peruana 399.084. *NTP 399.084*.

NTP 400.017. 2011. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima : s.n., 2011.

NTP 400.021 & MTC E-206. Determinación de peso específico del agregado grueso.

NTP 400.022 & MTC E-205. Pesos específicos y absorción del agregado fino.

NTP 400.037. 2014. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima : s.n., 2014.

Oblitas y Zelaya. 2020. *Uso del polvo de grafito como aditivo en concreto $F'c$ 210 kg/cm² a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.* Lima : s.n., 2020.

Ortega, Castro Alberto Renán. 2013. *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles.* Ambato : s.n., 2013.

Pasquel, Carbajal Enrique. 1993. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.* 1993.

Pérez. 2019. *Estudio de las propiedades optoelectricas en multicapas de óxido de grafeno (MOG) y multicapas de óxidos de grafeno reducidos (MOGR).* Lima : s.n., 2019.

Perez, Gordillo Johan Jeo. 2017. *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017.* Trujillo : s.n., 2017.

Quesquen, Cumpa Dennys Javier. 2019. *Peso específico y absorción del agregado fino.* 2019.

Quiroz Ceballos, Hernández Gervacio. 2015. *Grafeno: Estado del arte.* México : s.n., 2015.

Rivva, López Enrique. 2000. *Naturaleza y materiales del concreto.* Lima : s.n., 2000.

Román, Pillpinto. 2016. *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm², elaborado con agregado hormigón y agregado clasificado, en el distrito de Maranura-La Convención-Cusco.* Cusco : s.n., 2016.

Santos, Peixoto Murilo. 2020. *ADIÇÃO DE GRAFITE FUNCIONALIZADO COM ÁCIDO OXÁLICO E DOPADO COM CÁLCIO NA DOSAGEM DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND UTILIZADO EM PAVIMENTOS RÍGIDOS.* Río Verde : s.n., 2020.

SCRIBD. 2016. SBRIBD. [En línea] 3 de Julio de 2016. [Citado el: 18 de Mayo de 2021.] <https://es.scribd.com/document/317333084/Propiedades-Del-Concreto-Endurecido>.

—. **2021.** SCRIBD. [En línea] 12 de Mayo de 2021. [Citado el: 18 de Mayo de 2021.] <https://es.scribd.com/document/507606741/Propiedades-Del-Concreto-Fresco>.

SENCICO. 2014. *MANUAL DE PREPARACIÓN, COLOCACIÓN Y CUIDADOS DEL CONCRETO.* Lima : s.n., 2014.

Sovolev, Konstantin. 2016. Modern developments related to nanotechnology and nanoengineering of concrete. 2016.

UNACEM. UNACEM. [En línea] <https://www.unacem.com.pe/>.

Unión de Concreteras S.A, [int.]. *Ensayo de peso unitario final.*

Universidad San Francisco de Quito, [int.]. *Resistencia a tracción indirecta de un cilindro de hormigón.*

Universidad Técnica Particular de Loja, [int.]. *Determinación del esfuerzo a la Flexión ASTM C78.*

Universidad técnica particular de Loja, [int.]. *Ensayo de compresion de probetas ASTM C39.*

UTEST. UTEST - Equipos para ensayos en materiales. [En línea] <https://www.utest.com.tr/es/25964/Contenido-de-Aire>.

Visconce, Poémape Hebert. 2017. *DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI COMITE 211.* 2017.

www.avensa.co. AVENSA. [En línea] <http://www.avensa.co/services/agregado34/>.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

TITULO: Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo - 2021

AUTOR: Santisteban Tepo, Marco Raúl

| VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|--|---|---|--|---|-----------------|
| <p>Polvo de grafito</p> <p>Variable Independiente</p> | <p>El grafito un mineral que posee un color gris a negro, puede ser brillante u opaco, tiene peso específico que va de 2.09 g/cm³ a 2.23 g/cm³, su sistema es tipo cristal hexagonal, estable y químicamente inerte a temperatura normal, inodoro, no tóxico, resistente al calor y excelente conductor de calor y electricidad. Es grasoso al tacto. (Berry, 1983)</p> | <p>Se elaboraran concretos con las diferentes dosidicaciones, es por ello que la variable independiente tiene una dimensión y cinco indicadores</p> | <p>Dosificación</p> | 0.05% | <p>De Razón</p> |
| | | | | 0.06% | |
| | | | | 0.07% | |
| | | | | 0.08% | |
| | | | | 0.09% | |
| <p>Concreto</p> <p>Variable dependiente</p> | <p>El concreto es un material compuesto que se constituye generalmente por la mezcla de tres componentes esenciales, estos son: El cemento, agua y agregados, finalmente dependiendo de los fines de uso tambien se podria agregar aditivos</p> | <p>Se determinará el comportamiento de las propiedades del concreto, es por ello que la variable dependiente tiene dos dimensiones y seis indicadores</p> | <p>Propiedades físicas (Concreto Fresco)</p> | Trabajabilidad (Slump - Pulg) | <p>De Razón</p> |
| | | | | Densidad (Kg/m ³) | |
| | | | | Contenido de aire (%) | |
| | | | <p>Propiedades mecánicas (Concreto endurecido)</p> | Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) | |
| | | | | Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) | |
| | | | | Resistencia a la tracción (Kg/cm ²) | |

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo - 2021

AUTOR: Santisteban Tepo, Marco Raúl

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | | |
|---|--|--|------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVOS GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | V. INDEPENDIENTE | Polvo de Grafito | Propiedades físicas | Composición del grafito | Ficha tecnica del grafito | | |
| ¿De que manera influye la adición de polvo de grafito en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Chiclayo - 2021? | Determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo - 2021 | Mejorara las propiedades físicas y mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo - 2021 | | | V. INDEPENDIENTE | Polvo de Grafito | Dosificación | 0.05% | Balanza |
| | | | | | | | | 0.06% | |
| | | | | | | | | 0.07% | |
| | | | | | | | | 0.08% | |
| | | | 0.09% | | | | | | |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPÓTESIS ESPECIFICAS | V. DEPENDIENTE | Concreto | Propiedades físicas | Trabajabilidad (Slump - Pulg) | Ensayo de revenimiento con el | | |
| ¿De que manera influye la adición de polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto, Chiclayo - 2021? | Determinar la influencia de las propiedades mecánicas del concreto al adicionar polvo de grafito, Chiclayo - 2021 | La adición del polvo de grafito mejorara las propiedades mecánicas del concreto, Chiclayo - 2021 | | | | Contenido de aire (%) | Ensayo de contenido de aire del concreto | | |
| | | | | | | Densidad (Kg/m3) | Ensayo de la densidad del concreto fresco | | |
| ¿De que manera influye la dosificación de la adición de polvo de grafito en las propiedades del concreto, Chiclayo - 2021? | Determinar la influencia de la dosificación de la adición de polvo de grafito en las propiedades del concreto, Chiclayo - 2021 | La dosificación de la adición de polvo de grafito mejorara las propiedades del concreto, Chiclayo - 2021 | | | V. DEPENDIENTE | Concreto | Propiedades mecánicas | Resistencia a compresión (Kg/cm2) | Ensayo de la resistencia a la compresión |
| | | | | | | | | Resistencia a tracción (Kg/cm2) | Ensayo de la resistencia a la tracción |
| | | | | | | | | Resistencia a flexión (Kg/cm2) | Ensayo a la resistencia a la flexión |

ANEXO 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Agregado fino

a) Análisis granulométrico por tamizado

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO *

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.012

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

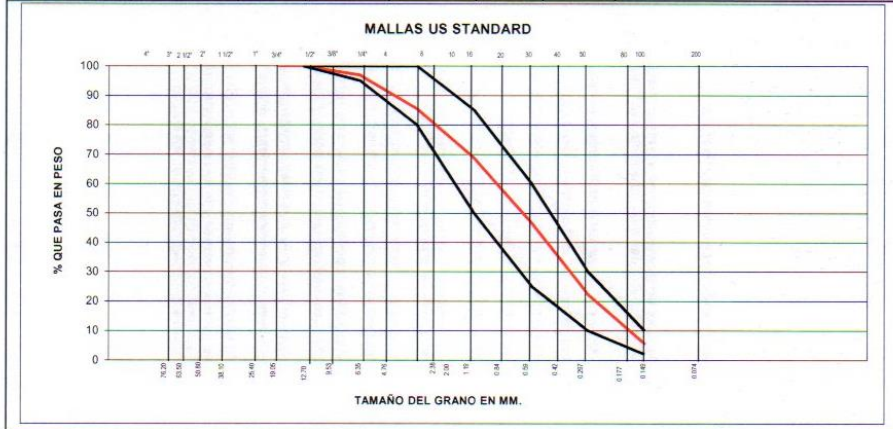
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|------------------|----------------|---------------|--------------------|------------------------|------------|------------------|---|
| Tamices | Abertura en MM | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulativo | % que Pasa | Especificaciones | |
| ASTM | | | | | | | TAMAÑO MAX. 1/4" PESO TOTAL: 600.0 gr MÓDULO DE FINEZA : 2.75 PESO HUMEDO : 531.0 gr PESO SECO : 520.0 gr Cont. Humedad : 2.12 |
| 3" | 76.200 | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | 100 | |
| 3/8" | 9.525 | | | | 100.0 | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | 100 | |
| Nº 4 | 4.760 | 18.5 | 3.1 | 3.1 | 96.9 | 95 - 100 | |
| Nº 8 | 2.380 | 69.0 | 11.5 | 14.6 | 85.4 | 80 - 100 | |
| Nº 10 | 2.000 | | | | | | |
| Nº 16 | 1.190 | 100.4 | 16.7 | 31.3 | 68.7 | 50 - 85 | |
| Nº 20 | 0.840 | | | | | | |
| Nº 30 | 0.590 | 132.9 | 22.2 | 53.5 | 46.5 | 25 - 60 | |
| Nº 40 | 0.420 | | | | | | |
| Nº 50 | 0.297 | 145.9 | 24.3 | 77.8 | 22.2 | 10 - 30 | |
| Nº 60 | 0.250 | | | | | | |
| Nº 100 | 0.149 | 99.8 | 16.6 | 94.4 | 5.6 | 2 - 10 | |
| Nº 200 | 0.074 | 26.4 | 4.4 | 98.8 | 1.2 | | |
| PAN | | 7.1 | 1.2 | 100.0 | 0.0 | | |
| TOTAL | | | | | | | |
| % PERDIDA | | | | | | | |



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humerto Diaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Ortega Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



b) Gravedad específica y absorción de los agregados

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.022

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA

: La Victoria

MATERIAL

: Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

| | | | | | |
|---|---|--------|--------|--|----------|
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr) | 300.00 | 300.00 | | |
| B | Peso Frasco + agua | 672.00 | 676.90 | | |
| C | Peso Frasco + agua + A (gr) | 972.00 | 976.90 | | |
| D | Peso del Mat. + agua en el frasco (gr) | 856.60 | 861.20 | | |
| E | Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr) | 115.40 | 115.70 | | |
| F | Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr) | 296.60 | 296.57 | | |
| G | Vol de masa = E - (A - F) (gr) | 112.00 | 112.27 | | PROMEDIO |
| | Pe bulk (Base seca) = F/E | 2.570 | 2.563 | | 2.567 |
| | Pe bulk (Base saturada) = A/E | 2.600 | 2.593 | | 2.596 |
| | Pe aparente (Base Seca) = F/G | 2.648 | 2.642 | | 2.645 |
| | % de absorción = ((A - F)/E)*100 | 1.146 | 1.157 | | 1.15% |

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TECNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Ortega Fernández
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 169278



c) Pesos unitarios – seco

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

f Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
wa 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.017

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

| Peso unitario suelto | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|-------|-------|----------|--|
| | | Identificación | | | Promedio | |
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Peso del recipiente + muestra | (gr) | 19900 | 19950 | 20000 | | |
| Peso del recipiente | (gr) | 6258 | 6258 | 6258 | | |
| Peso de la muestra | (gr) | 13642 | 13692 | 13742 | | |
| Volumen | (cm ³) | 8880 | 8880 | 8880 | | |
| Peso unitario suelto seco | (gr/cm ³) | 1.536 | 1.542 | 1.548 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Peso unitario suelto seco | (gr/cm ³) | 1.536 | 1.542 | 1.548 | 1.542 | |

| Peso unitario compactado | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|-------|-------|----------|--|
| | | Identificación | | | Promedio | |
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Peso del recipiente + muestra | (gr) | 20900 | 21050 | 20950 | | |
| Peso del recipiente | (gr) | 6258 | 6258 | 6258 | | |
| Peso de la muestra | (gr) | 14642 | 14792 | 14692 | | |
| Volumen | (cm ³) | 8880 | 8880 | 8880 | | |
| Peso unitario compactado seco | (gr/cm ³) | 1.649 | 1.666 | 1.655 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Peso unitario compactado seco | (gr/cm ³) | 1.649 | 1.666 | 1.655 | 1.656 | |

Observaciones:

EMP ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Berga Fernández
 INGA CIVIL
 REG. CIP. 169278



Agregado grueso

a) Análisis granulométrico por tamizado

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.012

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

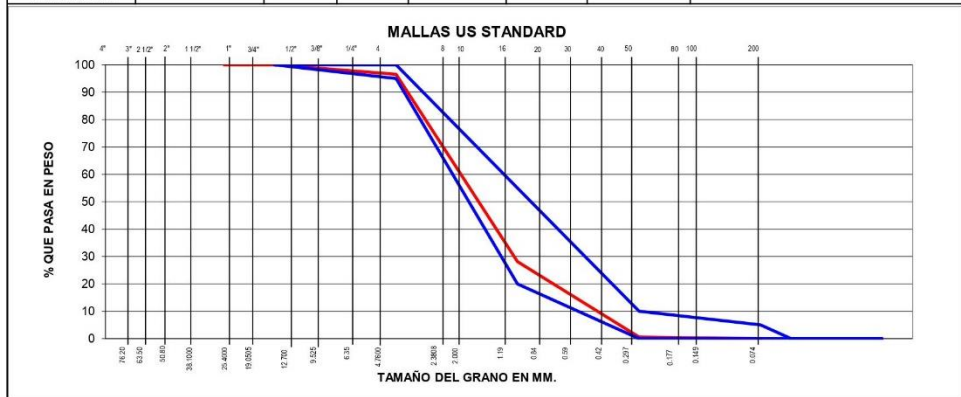
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | | |
|------------------|----------------|---------------|--------------------|------------------------|------------|------------------|---------------------------|
| Tamices | Abertura en MM | Peso Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulativo | % que Pasa | Especificaciones | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| ASTM | en MM | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | AG-2 | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | | |
| 2" | 50.800 | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | 100.0 | 100 - 100 | TAMAÑO MAX. 3/4" |
| 3/4" | 19.050 | 490.0 | 3.5 | 3.5 | 96.5 | 95 - 100 | PESO TOTAL: 14047.0 gr |
| 1/2" | 12.700 | 2768.0 | 19.7 | 23.2 | 76.8 | | |
| 3/8" | 9.525 | 6843.0 | 48.7 | 71.9 | 28.1 | 20 - 55 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| Nº 4 | 4.760 | 3865.0 | 27.5 | 99.4 | 0.6 | 0 - 10 | PESO HUMEDO : 916.0 |
| Nº 8 | 2.380 | 81.0 | 0.6 | 100.0 | 0.0 | 0 - 5 | PESO SECO : 909 |
| Nº 10 | 2.000 | | | | | | C.H.% : 0.77 |
| Nº 16 | 1.190 | | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | | | | | | |
| Nº 30 | 0.590 | | | | | | |
| Nº 40 | 0.420 | | | | | | |
| Nº 50 | 0.297 | | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | | | | | | |
| Nº 100 | 0.149 | | | | | | |
| Nº 200 | 0.074 | | | | | | |
| PAN | | | | | | | |
| TOTAL | | 14047 | | | | | |
| % PERDIDA | | | | | | | |



Observaciones:

EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bernal Fernández
 INGENIERO FÍSICO
 REG. C.O. 14378



b) Gravedad específica y absorción de los agregados

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.021 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

| | | | | |
|---|---|---------|---------|--------------|
| A | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr) | 1366.60 | 1462.23 | |
| B | Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr) | 847.30 | 906.90 | |
| C | Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr) | 519.30 | 555.33 | |
| D | Peso material seco en estufa (105 °C)(gr) | 1355.00 | 1449.73 | |
| E | Vol. de masa = C- (A - D) (gr) | 507.7 | 542.8 | PROMEDIO |
| | Pe bulk (Base seca) = D/C | 2.609 | 2.611 | 2.610 |
| | Pe bulk (Base saturada) = A/C | 2.632 | 2.633 | 2.632 |
| | Pe Aparente (Base Seca) = D/E | 2.669 | 2.671 | 2.670 |
| | % de absorción = ((A - D) / D * 100) | 0.856 | 0.862 | 0.86% |

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Ortega Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

c) Pesos unitarios – seco

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.017

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Grueso

| Peso unitario suelto | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|-------|-------|----------|--|
| | | Identificación | | | Promedio | |
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Peso del recipiente + muestra | (gr) | 18550 | 18550 | 18450 | | |
| Peso del recipiente | (gr) | 6258 | 6258 | 6258 | | |
| Peso de la muestra | (gr) | 12292 | 12292 | 12192 | | |
| Volumen | (cm ³) | 8880 | 8880 | 8880 | | |
| Peso unitario suelto seco | (gr/cm ³) | 1.384 | 1.384 | 1.373 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Peso unitario suelto seco | (gr/cm ³) | 1.384 | 1.384 | 1.373 | 1.380 | |

| Peso unitario compactado | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|-------|-------|----------|--|
| | | Identificación | | | Promedio | |
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Peso del recipiente + muestra | (gr) | 19550 | 19500 | 19550 | | |
| Peso del recipiente | (gr) | 6258 | 6258 | 6258 | | |
| Peso de la muestra | (gr) | 13292 | 13242 | 13292 | | |
| Volumen | (cm ³) | 8880 | 8880 | 8880 | | |
| Peso unitario compactado seco | (gr/cm ³) | 1.497 | 1.491 | 1.497 | | |
| Contenido de humedad | (%) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Peso unitario compactado seco | (gr/cm ³) | 1.497 | 1.491 | 1.497 | 1.495 | |

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Ortega Fernández
ING. CIVIL
REG. DTA 169278



d) Ensayo de abrasión (máquina de los ángeles)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.019 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

| Tamiz | | A | B | C | D |
|----------------------------|---------|---|------|---|---|
| Pasa | Retiene | | | | |
| 2" | 1 1/2" | | | | |
| 1 1/2" | 1" | | | | |
| 1" | 3/4" | | | | |
| 3/4" | 1/2" | | 2500 | | |
| 1/2" | 3/8" | | 2500 | | |
| 3/8" | 1/4" | | | | |
| 1/4" | N°4 | | | | |
| N°4 | N°8 | | | | |
| Peso total | | | 5000 | | |
| Peso retenido tamiz N°12 | | | 3962 | | |
| Perdida después del ensayo | | | 1038 | | |
| N° de esferas | | | 11 | | |
| Peso de las esferas | | | 4532 | | |
| Tiempo de rotación (m) | | | 15 | | |
| Porcentaje de desgaste (%) | | | 20.8 | | |

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. C.O.P. 169278

Diseño de mezcla

a) Concreto patrón

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211 **FECHA DE ENSAYO :** 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB. :** S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm² **TEC. LAB. :** H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP): | 3"- 4" |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): | 3.15 |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ . | 1542.00 | 1380.0 |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ . | | 1495.0 |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION % | 1.15 | 0.86 |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD % | 2.12 | 0.77 |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg. | N°04 | 3/4 |

| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | | | VALORES |
|------------------------------|---|-------------------|----|---------|
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) | Pulg. | 1 | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA | Lt/m ³ | 2 | 205.00 |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO % | | 3 | 2.00 |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | | 4 | 0.558 |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 | m ³ . | 5 | 0.625 |
| 6 | PESO DEL CEMENTO | Kg/m ³ | 6 | 367.4 |
| 7 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO | Kg/m ³ | 7 | 934.4 |
| 8 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO | m ³ . | 8 | 0.117 |
| 9 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA | m ³ . | 9 | 0.205 |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE | m ³ . | 10 | 0.020 |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO | m ³ . | 11 | 0.3500 |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO | m ³ . | 12 | 0.3084 |
| 13 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO | Kg. | 13 | 815.8 |
| 14 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO | Kg. | 14 | 833.1 |
| 15 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO | Kg. | 15 | 941.6 |
| 16 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO % | | 16 | 0.97 |
| 17 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO % | | 17 | -0.09 |
| 18 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO | Lt. | 18 | 7.91 |
| 19 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO | Lt. | 19 | -0.84 |
| 20 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS | Lt. | 20 | 7.07 |
| 21 | AGUA EFECTIVA | Lt. | 21 | 197.93 |

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)

CEMENTO : 367 Kg. AGUA : 205 Lt. AGREG. FINO : 816 Kg. AGREG. GRUESO : 934 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

CEMENTO : 367 Kg. AGUA : 198 Lt. AGREG. FINO : 833 Kg. AGREG. GRUESO : 941.57 Kg.

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 2.22 | 2.27 | 2.16 | 2.16 |
| AGREGADO GRUESO | 2.54 | 2.56 | 2.77 | 2.77 |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 22.9 | 23.7 | 22.9 |

El Nuevo Rendimiento Teórico es: 8.6
 Agregado grueso: T. Max. Nominal (") 3/4
 Agregado Fino: T. Max. Nominal N°04

Tanda 0.030

Cemento 11.022 Kg.
 Agua 5.938 Kg.
 A. Fino 24.992 Kg.
 A. Grueso 28.247 Kg.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Vega Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 189278



b) Concreto + 0.05% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruz # 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND
REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211 **FECHA DE ENSAYO** : 30/09/2021
METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB. :** S.B.F.
f_c : f_c=210 Kg/cm² **TEC. LAB. :** H.D.R.
TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS + Sikament - 290 N + Polvo de grafito

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP) : | |
| | | 3"- 4" | |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): | |
| | | 3.15 | |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO | Kg/m ³ 1542.00 | 1380.0 |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO | Kg/m ³ | 1495.0 |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION | % 1.15 | 0.86 |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD | % 2.12 | 0.77 |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | Pulg. N°04 | 3/4 |
| J | Sikament - 290 N | Densidad 1.20 kg/L. | 1.2 |
| K | | Dosis 0.3% - 0.7% | 0.30% |
| L | POLVO DE GRAFITO | Densidad 2.20kg/L. | 2.20 |
| M | | Dosificación 0.05% | 0.05% |
| | | | Peso de cemento |

| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | | | VALORES |
|------------------------------|---|---------------------|----|-----------------------|
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) | Pulg. | 1 | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA | Lt/m ³ . | 2 | 205.00 |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO | % | 3 | 2.00 |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | | 4 | 0.5584 |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 | m ³ . | 5 | 0.625 |
| 6 | PESO DEL CEMENTO | Kg/m ³ | 6 | 24 |
| 7 | PESO DE ADITIVO | Kg/m ³ | 7 | 6K |
| 8 | PESO DEL POLVO DE GRAFITO | Kg/m ³ | 8 | 6'M |
| 9 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO | Kg/m ³ | 9 | CG*5 |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO | m ³ . | 10 | 6/(PC*1000) |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA | m ³ . | 11 | 2/1000 |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE | m ³ . | 12 | 3/100 |
| 13 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL ADITIVO | m ³ . | 13 | 7/J |
| 14 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL POLVO DE GRAFITO | m ³ . | 14 | 8/L |
| 15 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO | m ³ . | 15 | 9/(AG*1000) |
| 16 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO | m ³ . | 16 | 1-(10+11+12+13+14+15) |
| 17 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO | Kg. | 17 | 16*(AF*1000) |
| 18 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO | Kg. | 18 | 17*(1+EF/100) |
| 19 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO | Kg. | 19 | 9*(1+EG/100) |
| 20 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO | % | 20 | EF-DF |
| 21 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO | % | 21 | EG-DG |
| 22 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO | Lt. | 22 | 17*(20/100) |
| 23 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO | Lt. | 23 | 9*(21/100) |
| 24 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS | Lt. | 24 | 22+23 |
| 25 | AGUA EFECTIVA | Lt. | 25 | 2-24 |
| 26 | REDUCCION APROXIMADA SEGUN FICHA TECNICA DE ADITIVO 20% | | 26 | 25*0.20 |

| VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO) | | | | |
|---|----------|--------|----------|-----------------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg | AGUA : | 205.0 Lt | AGREG. FINO : |
| | | | | 813.3 Kg |
| | | | | AGREG. GRUESO : |
| | | | | 934 Kg. |

| VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | | | |
|---|----------|------------------|-----------|-----------------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg | AGUA : | 158 Lt | AGREG. FINO : |
| | | | | 830.58 Kg |
| | | | | AGREG. GRUESO : |
| | | | | 941.57 Kg. |
| ADITIVO : | 1.10 Lt | POLVO DE GRAFITO | 0.184 Kg. | |

| PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | | |
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| AGREGADO FINO | 2.22 | 2.26 | 2.16 | 2.14 | |
| AGREGADO GRUESO | 2.55 | 2.56 | 2.77 | 2.77 | |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 18.3 | 23.7 | 18.3 | |
| ADITIVO (En litros/bol.) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | |
| El Nuevo Rendimiento Teórico es: | 8.6 | | | | |
| Agregado grueso: T. Max. Nominal (*) | 3/4 | | | | |
| Agregado Fino: T. Max. Nominal | N°04 | | | | |

Tanda 0.030
 Cemento 11.014 Kg.
 Agua 4.751 Kg.
 A. Fino 24.917 Kg.
 A. Grueso 28.247 Kg.
 Aditivo 0.033 Kg.
 Polvo de grafito 0.00551 Kg.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundina Vega Fernández
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. 169278



c) Concreto + 0.06% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS + Sikament - 290 N + Polvo de grafito

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | | |
|---|---|--|-----------------------|----------------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP): 3"- 4" | | |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): 3.15 | | |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) | |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 | |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ . | 1542.00 | 1380.0 | |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ . | | 1495.0 | |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION % | 1.15 | 0.86 | |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD % | 2.12 | 0.77 | |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg. | N°04 | 3/4 | |
| J | Sikament - 290 N Densidad 1.20 kg/L. | 1.2 | 1200 | |
| K | Dosis 0.3% - 0.7% | 0.30% | Peso de cemento | |
| L | Densidad 2.20kg/L | 2.20 | 2200 | |
| M | POLVO DE GRAFITO Dosificación 0.06% | 0.06% | Peso de cemento | |
| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | VALORES | | |
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) Pulg. | 1 | | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA Lt/m ³ . | 2 | 205.00 | |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO % | 3 | 2.00 | |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | 4 | 0.558 | |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M ³ | 5 | 0.625 | |
| 6 | PESO DEL CEMENTO Kg/m ³ | 6 | 367.1 | |
| 7 | PESO DE ADITIVO Kg/m ³ | 7 | 1.101 | |
| 8 | PESO DEL POLVO DE GRAFITO Kg/m ³ | 8 | 0.220 | |
| 9 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO Kg/m ³ | 9 | 934.4 | |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO m ³ . | 10 | 0.117 | |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA m ³ . | 11 | 0.205 | |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE m ³ . | 12 | 0.020 | |
| 13 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL ADITIVO m ³ . | 13 | 0.00092 | |
| 14 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL POLVO DE GRAFITO m ³ . | 14 | 0.00010 | |
| 15 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO m ³ . | 15 | 0.3500 | |
| 16 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO m ³ . | 16 | 0.3075 | |
| 17 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO Kg. | 17 | 813.3 | |
| 18 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO Kg. | 18 | 830.5 | |
| 19 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO Kg. | 19 | 941.6 | |
| 20 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO % | 20 | 0.97 | |
| 21 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO % | 21 | -0.09 | |
| 22 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO Lt. | 22 | 7.89 | |
| 23 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO Lt. | 23 | -0.84 | |
| 24 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS Lt. | 24 | 7.05 | |
| 25 | AGUA EFECTIVA Lt. | 25 | 197.95 | |
| 26 | REDUCCION APROXIMADA SEGÚN FICHA TECNICA DE ADITIVO 20% | 26 | 39.59 | |
| VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO) | | | | |
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 205.0 Lt. | |
| AGREG. FINO : | 813.3 Kg. | AGREG. GRUESO : | 934 Kg. | |
| VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | | | |
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 158 Lt. | |
| AGREG. FINO : | 830.53 Kg. | AGREG. GRUESO : | 941.57 Kg. | |
| ADITIVO : | 1.10 Lt. | POLVO DE GRAFITO | 0.220 Kg. | |
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO | | | | |
| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | |
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 2.22 | 2.26 | 2.16 | 2.14 |
| AGREGADO GRUESO | 2.55 | 2.56 | 2.77 | 2.77 |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 18.3 | 23.7 | 18.3 |
| ADITIVO (En litros/bol.) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| El Nuevo Rendimiento Teórico es: 8.6 | | | | |
| Agregado grueso: T. Max. Nominal (") 3/4 | | | | |
| Agregado Fino: T. Max. Nominal N°04 | | | | |

Tanda 0.030
 Cemento 11.014 Kg.
 Agua 4.751 Kg.
 A. Fino 24.916 Kg.
 A. Grueso 28.247 Kg.
 Aditivo 0.033 Kg.
 Polvo de grafito 0.00661 Kg.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Ortega Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

TECNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO



d) Concreto + 0.07% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS + Sikament - 290 N + Polvo de grafito

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP) : | |
| | | 3"- 4" | |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): | |
| | | 3.15 | |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ . | 1542.00 | 1380.0 |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ . | | 1495.0 |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION % | 1.15 | 0.86 |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD % | 2.12 | 0.77 |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg. | N°04 | 3/4 |
| J | Sikament - 290 N Densidad 1.20 kg/L. | 1.2 | 1200 |
| K | Dosis 0.3% - 0.7% | 0.30% | Peso de cemento |
| L | POLVO DE GRAFITO Densidad 2.20kg/L. | 2.20 | 2200 |
| M | Dosificación 0.07% | 0.07% | Peso de cemento |

| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | | | VALORES |
|------------------------------|--|----|-----------------------|---------|
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) Pulg. | 1 | | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA Lt/m ³ . | 2 | ----- | 205.00 |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO % | 3 | ----- | 2.00 |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | 4 | ----- | 0.558 |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 m ³ . | 5 | ----- | 0.625 |
| 6 | PESO DEL CEMENTO Kg/m ³ | 6 | 2/4 | 367.1 |
| 7 | PESO DE ADITIVO Kg/m ³ | 7 | 6/K | 1.101 |
| 8 | PESO DEL POLVO DE GRAFITO Kg/m ³ | 8 | 6*M | 0.257 |
| 9 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO Kg/m ³ | 9 | CG*5 | 934.4 |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO m ³ . | 10 | 6/(PC*1000) | 0.117 |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA m ³ . | 11 | 2/1000 | 0.205 |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE m ³ . | 12 | 3/100 | 0.020 |
| 13 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL ADITIVO m ³ . | 13 | 7/J | 0.001 |
| 14 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL POLVO DE GRAFITO m ³ . | 14 | 8/L | 0.00012 |
| 15 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO m ³ . | 15 | 9/(AG*1000) | 0.3500 |
| 16 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO m ³ . | 16 | 1-(10+11+12+13+14+15) | 0.3075 |
| 17 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO Kg. | 17 | 16*(AF*1000) | 813.2 |
| 18 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO Kg. | 18 | 17*(1+EF/100) | 830.5 |
| 19 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO Kg. | 19 | 9*(1+EG/100) | 941.6 |
| 20 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO % | 20 | EF-DF | 0.97 |
| 21 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO % | 21 | EG-DG | -0.09 |
| 22 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO Lt. | 22 | 17*(20/100) | 7.89 |
| 23 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO Lt. | 23 | 9*(21/100) | -0.84 |
| 24 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS Lt. | 24 | 22+23 | 7.05 |
| 25 | AGUA EFECTIVA Lt. | 25 | 2-24 | 197.95 |
| 26 | REDUCCION APROXIMADA SEGUN FICHA TECNICA DE ADITIVO 20% | 26 | 25*0.20 | 39.59 |

| VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO) | | | |
|---|-----------|-----------------|-----------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 205.0 Lt. |
| AGREG. FINO : | 813.2 Kg. | AGREG. GRUESO : | 934 Kg. |

| VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | | |
|---|------------|------------------|------------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 158 Lt. |
| AGREG. FINO : | 830.49 Kg. | AGREG. GRUESO : | 941.57 Kg. |
| ADITIVO : | 1.10 Lt. | POLVO DE GRAFITO | 0.257 Kg. |

| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 2.22 | 2.26 | 2.16 | 2.14 |
| AGREGADO GRUESO | 2.55 | 2.56 | 2.77 | 2.77 |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 18.3 | 23.7 | 18.3 |
| ADITIVO (En litros/bol.) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |

El Nuevo Rendimiento Teórico es: 8.6
 Agregado grueso: T. Max. Nominal (") 3/4
 Agregado Fino: T. Max. Nominal N°04

Tanda 0.030
 Cemento 11.014 Kg.
 Agua 4.751 Kg.
 A. Fino 24.915 Kg.
 A. Grueso 28.247 Kg.
 Aditivo 0.033 Kg.
 Polvo de grafito 0.00771 Kg.

EMP ANALISIS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Ortega Fernández
 TÉCNICO CIVIL
 REG. CIP. 169278



e) Concreto + 0.08% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS + Sikament - 290 N + Polvo de grafito

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | | |
|---|---|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP) : | | |
| | | 3" - 4" | | |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): | | |
| | | 3.15 | | |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) | |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 | |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ . | 1542.00 | 1380.0 | |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ . | | 1495.0 | |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION % | 1.15 | 0.86 | |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD % | 2.12 | 0.77 | |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg. | N°04 | 3/4 | |
| J | Sikament - 290 N | Densidad 1.20 kg/L. | 1.2 | |
| | | Dosis 0.3% - 0.7% | 0.30% | |
| | | Densidad 2.20kg/L | 2.20 | |
| | | Dosificación 0.08% | 0.08% | |
| | | | Peso de cemento | |
| L | POLVO DE GRAFITO | | 2200 | |
| M | | | Peso de cemento | |
| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | | | |
| | | | VALORES | |
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) | Pulg. | 1 | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA | Lt/m ³ . | 205.00 | |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO | % | 2.00 | |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | | 0.558 | |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 | m ³ . | 0.625 | |
| 6 | PESO DEL CEMENTO | Kg/m ³ | 24 | |
| 7 | PESO DE ADITIVO | Kg/m ³ | 6/K | |
| 8 | PESO DEL POLVO DE GRAFITO | Kg/m ³ | 6'M | |
| 9 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO | Kg/m ³ | CG*5 | |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO | m ³ . | 6/(PC*1000) | |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA | m ³ . | 2/1000 | |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE | m ³ . | 3/100 | |
| 13 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL ADITIVO | m ³ . | 7/J | |
| 14 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL POLVO DE GRAFITO | m ³ . | 8/L | |
| 15 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO | m ³ . | 9/(AG*1000) | |
| 16 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO | m ³ . | 1*(10+11+12+13+14+15) | |
| 17 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO | Kg. | 16*(AF*1000) | |
| 18 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO | Kg. | 17*(1+EF/100) | |
| 19 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO | Kg. | 9*(1+EG/100) | |
| 20 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO | % | EF-DF | |
| 21 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO | % | EG-DG | |
| 22 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO | Lt. | 17*(20/100) | |
| 23 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO | Lt. | 9*(21/100) | |
| 24 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS | Lt. | 22+23 | |
| 25 | AGUA EFECTIVA | Lt. | 2-24 | |
| 26 | REDUCCION APROXIMADA SEGÚN FICHA TECNICA DE ADITIVO 20% | Lt. | 25*0.20 | |
| | | | 39.59 | |
| VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO) | | | | |
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 205.0 Lt. | |
| AGREG. FINO : | 813.2 Kg. | AGREG. GRUESO : | 934 Kg. | |
| VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | | | |
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 158 Lt. | |
| AGREG. FINO : | 830.44 Kg. | AGREG. GRUESO : | 941.57 Kg. | |
| ADITIVO : | 1.10 Lt. | POLVO DE GRAFITO | 0.294 Kg. | |
| PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO | | | | |
| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | |
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 2.22 | 2.26 | 2.16 | 2.14 |
| AGREGADO GRUESO | 2.55 | 2.56 | 2.77 | 2.77 |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 18.3 | 23.7 | 18.3 |
| ADITIVO (En litros/bol.) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| El Nuevo Rendimiento Teórico es: | 8.6 | | | |
| Agregado grueso: T. Max. Nominal (*) | 3/4 | | | |
| Agregado Fino: T. Max. Nominal | N°04 | | | |

Tanda 0.030

| | | |
|------------------|---------|-----|
| Cemento | 11.014 | Kg. |
| Agua | 4.751 | Kg. |
| A. Fino | 24.913 | Kg. |
| A. Grueso | 28.247 | Kg. |
| Aditivo | 0.033 | Kg. |
| Polvo de grafito | 0.00881 | Kg. |

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Díaz Fernández
REG. CIVIL 169278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humfredo Díaz Rojas
REG. CIVIL LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO



f) Concreto + 0.09% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 30/09/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo MS + Sikament - 290 N + Polvo de grafito

| METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211 | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS | | ASENTAMIENTO (SLUMP): | 3"- 4" |
| | | PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): | 3.15 |
| CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS | | AGREGADOS | |
| | | FINO (F) | GRUESO (G) |
| A | GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) | 2.645 | 2.670 |
| B | PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ . | 1542.00 | 1380.0 |
| C | PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ . | | 1495.0 |
| D | PORCENTAJE DE ABSORCION % | 1.15 | 0.86 |
| E | CONTENIDO DE HUMEDAD % | 2.12 | 0.77 |
| H | MODULO DE FINEZA | 2.75 | |
| I | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg. | N°04 | 3/4 |
| J | Sikament - 290 N Densidad 1.20 kg/L. | 1.2 | 1200 |
| K | Dosis 0.3% - 0.7% | 0.30% | Peso de cemento |
| L | POLVO DE GRAFITO Densidad 2.20kg/L. | 2.20 | 2200 |
| M | Dosificación 0.09% | 0.09% | Peso de cemento |

| CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA | | | | VALORES |
|------------------------------|---|---------------------|----|------------------------------|
| 1 | ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) | Pulg. | 1 | |
| 2 | VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA | Lt/m ³ . | 2 | 205.00 |
| 3 | PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO | % | 3 | 2.00 |
| 4 | RELACION AGUA - CEMENTO | | 4 | 0.558 |
| 5 | VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 | m ³ . | 5 | 0.625 |
| 6 | PESO DEL CEMENTO | Kg/m ³ | 6 | 2/4 367.1 |
| 7 | PESO DE ADITIVO | Kg/m ³ | 7 | 6/K 1.101 |
| 8 | PESO DEL POLVO DE GRAFITO | Kg/m ³ | 8 | 8/M 0.330 |
| 9 | PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO | Kg/m ³ | 9 | CG*5 934.4 |
| 10 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO | m ³ . | 10 | 6/(PC*1000) 0.117 |
| 11 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA | m ³ . | 11 | 2/1000 0.205 |
| 12 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE | m ³ . | 12 | 3/100 0.020 |
| 13 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL ADITIVO | m ³ . | 13 | 7/J 0.001 |
| 14 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL POLVO DE GRAFITO | m ³ . | 14 | 8/L 0.00015 |
| 15 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO | m ³ . | 15 | 9/(AG*1000) 0.3500 |
| 16 | VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO | m ³ . | 16 | 1-(10+11+12+13+14+15) 0.3074 |
| 17 | PESO SECO DEL AGREGADO FINO | Kg. | 17 | 18*(AF*1000) 813.2 |
| 18 | PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO | Kg. | 18 | 17*(1+EF/100) 830.4 |
| 19 | PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO | Kg. | 19 | 9*(1+EG/100) 941.6 |
| 20 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO | % | 20 | EF-DF 0.97 |
| 21 | HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO | % | 21 | EG-DG -0.09 |
| 22 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO | Lt. | 22 | 17*(20/100) 7.89 |
| 23 | APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO | Lt. | 23 | 9*(21/100) -0.84 |
| 24 | APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS | Lt. | 24 | 22+23 7.05 |
| 25 | AGUA EFECTIVA | Lt. | 25 | 2-24 197.95 |
| 26 | REDUCCION APROXIMADA SEGÚN FICHA TECNICA DE ADITIVO 20% | Lt. | 26 | 25*0.20 39.59 |

| VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO) | | | | | |
|---|-----------|--------|-----------|-----------------|-----------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 205.0 Lt. | AGREG. FINO : | 813.2 Kg. |
| | | | | AGREG. GRUESO : | 934 Kg. |

| VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | | | | |
|---|-----------|--------|---------|------------------|------------|
| CEMENTO : | 367.1 Kg. | AGUA : | 158 Lt. | AGREG. FINO : | 830.40 Kg. |
| | | | | AGREG. GRUESO : | 941.57 Kg. |
| ADITIVO : | 1.10 Lt. | | | POLVO DE GRAFITO | 0.330 Kg. |

| PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO | | | | |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| COMPONENTES DEL CONCRETO | PROPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | |
| | SECO | CORREGIDA POR HUMED. | SECO | CORREGIDA POR HUMED. |
| CEMENTO | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| AGREGADO FINO | 2.21 | 2.26 | 2.16 | 2.14 |
| AGREGADO GRUESO | 2.55 | 2.56 | 2.77 | 2.77 |
| AGUA (En litros/bol.) | 23.7 | 18.3 | 23.7 | 18.3 |
| ADITIVO (En litros/bol.) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |

El Nuevo Rendimiento Teórico es: 8.6
 Agregado grueso: T. Max. Nominal (") 3/4
 Agregado Fino: T. Max. Nominal N°04

- Tanda 0.030**
- Cemento 11.014 Kg.
 - Agua 4.751 Kg.
 - A. Fino 24.912 Kg.
 - A. Grueso 28.247 Kg.
 - Aditivo 0.033 Kg.
 - Polvo de grafito 0.00991 Kg.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Ortega Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Resistencia a la compresión del concreto

a) Concreto patrón

| SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|------------|----------------|--|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|--------|-------|
| Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi) Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 E-mail: servicios_lab@hotmail.com | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO | | | | | | | | | | | | | | |
| METODO DE ENSAYO | : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA | : NTP 339.034 - 2015 | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021" | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque | | | | | | | | | | FECHA DE ENSAYO : 12/10/2021 | | | |
| CLIENTE | : Santisteban Tepo Marco Raúl | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE PRODUCTO | : Concreto | | | | | | | | | | | | | |
| RESISTENCIA | : $f_c = 210$ kg/cm ² | | | | | | | | | | RESP. LAB. : S.B.F. | | | |
| | | | | | | | | | | | | TEC. LAB. : H.D.R. | | |
| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'c (Kg/cm2) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm2) | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Mpa | Kg/cm2 | % |
| 1 | CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | 3.5" | 1.63 | 2290.50 | 210 | 150.8 | 17860.5 | 335.7 | 18.80 | 191.7 | 91.3 |
| 2 | | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | | | | 210 | 149.5 | 17553.8 | 337.1 | 19.20 | 195.8 | 93.2 |
| 3 | | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | | | | 210 | 150.5 | 17789.5 | 353.8 | 19.89 | 202.8 | 96.6 |
| 4 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | 210 | 149.3 | 17506.9 | 380.4 | 21.73 | 221.6 | 105.5 |
| 5 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | 210 | 152.8 | 18337.4 | 390.4 | 21.29 | 217.1 | 103.4 |
| 6 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | 210 | 151.3 | 17979.1 | 395.5 | 22.00 | 224.3 | 106.8 |
| 7 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | 210 | 155.9 | 19089.0 | 478.1 | 25.05 | 255.4 | 121.6 |
| 8 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | 210 | 153.6 | 18529.9 | 481.6 | 25.99 | 265.0 | 126.2 |
| 9 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | 210 | 153.4 | 18481.6 | 469.5 | 25.40 | 259.0 | 123.4 |
| * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida. * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio. * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente. * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados. | | | | | | | | | | | | | | |
|  E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. Humberto Diaz Rojas TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO | | | | |  SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. Secundino Flores Fernández INGENIERO CIVIL REG. CIP 189278 | | | | |  EMP ASFALTOS CHICLAYO - PERU REG. CIP 189278 | | | | |

b) Concreto + 0.05% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

FECHA DE ENSAYO : 8/11/2021

CLIENTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESP. LAB. : S.B.F.

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'c (Kg/cm2) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm2) | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
|---------------|---|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------|-----------------------------|--------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Mpa | Kg/cm2 | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.05% | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | 3.17" | 1.68 | 2290.40 | 210 | 151.9 | 18122.0 | 301.8 | 16.65 | 169.8 | 80.9 |
| 2 | | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | | | | 210 | 151.2 | 17955.3 | 322.5 | 17.96 | 183.2 | 87.2 |
| 3 | | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | | | | 210 | 150.9 | 17884.2 | 313.7 | 17.54 | 178.9 | 85.2 |
| 4 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 150.9 | 17884.2 | 410.8 | 22.97 | 234.2 | 111.5 |
| 5 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 151.5 | 18026.7 | 401.5 | 22.27 | 227.1 | 108.2 |
| 6 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 152.4 | 18241.5 | 423.7 | 23.23 | 236.9 | 112.8 |
| 7 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.9 | 18122.0 | 521.6 | 28.78 | 293.5 | 139.8 |
| 8 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.2 | 17955.3 | 519.8 | 28.95 | 295.2 | 140.6 |
| 9 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 150.9 | 17884.2 | 536.2 | 29.98 | 305.7 | 145.6 |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

[Firma]
 E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

[Firma]
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Baza Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 189278



c) Concreto + 0.06% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

FECHA DE ENSAYO : 13/10/2021

CLIENTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESP. LAB. : S.B.F.

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA Nº | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'c (Kg/cm2) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm2) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|---------------|---|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|-------|--------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | CARGA MAXIMA KN | Mpa | Kg/cm2 | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.06% | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | 3.08" | 1.90 | 2290.64 | 210 | 151.3 | 17979.1 | 365.1 | 20.31 | 207.1 | 98.6 |
| 2 | | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | | | | 210 | 152.1 | 18169.7 | 370.1 | 20.37 | 207.7 | 98.9 |
| 3 | | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | | | | 210 | 151.8 | 18098.1 | 345.7 | 19.10 | 194.8 | 92.8 |
| 4 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 153.3 | 18457.6 | 434.5 | 23.54 | 240.0 | 114.3 |
| 5 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 150.8 | 17860.5 | 426.9 | 23.90 | 243.7 | 116.1 |
| 6 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 151.1 | 17931.6 | 445.7 | 24.86 | 253.5 | 120.7 |
| 7 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 150.3 | 17742.2 | 533.9 | 30.09 | 306.9 | 146.1 |
| 8 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.4 | 18002.9 | 513.4 | 28.52 | 290.8 | 138.5 |
| 9 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 150.8 | 17860.5 | 528.0 | 29.56 | 301.5 | 143.5 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
 * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
 * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Borge Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 159278



d) Concreto + 0.07% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

FECHA DE ENSAYO : 14/10/2021

CLIENTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESP. LAB. : S.B.F.

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA Nº | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'_c (Kg/cm ²) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm ²) | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
|---------------|---|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Mpa | Kg/cm ² | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.07% | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | 2.58" | 1.88 | 2290.31 | 210 | 153.4 | 18481.6 | 329.9 | 17.85 | 182.0 | 86.7 |
| 2 | | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | | | | 210 | 148.9 | 17413.2 | 277.8 | 15.95 | 162.7 | 77.5 |
| 3 | | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | | | | 210 | 153.5 | 18505.7 | 317.1 | 17.14 | 174.7 | 83.2 |
| 4 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 153.6 | 18529.9 | 413.1 | 22.29 | 227.3 | 108.3 |
| 5 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 150.6 | 17813.1 | 398.0 | 22.34 | 227.8 | 108.5 |
| 6 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 150.2 | 17718.6 | 384.7 | 21.71 | 221.4 | 105.4 |
| 7 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.5 | 18026.7 | 455.9 | 25.29 | 257.9 | 122.8 |
| 8 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.2 | 17955.3 | 461.9 | 25.72 | 262.3 | 124.9 |
| 9 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 153.0 | 18385.4 | 460.5 | 25.05 | 255.4 | 121.6 |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Berra Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CH. 189278



e) Concreto + 0.08% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

FECHA DE ENSAYO : 18/10/2021

CLIENTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESP. LAB. : S.B.F.

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'c (Kg/cm2) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm2) | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
|---------------|---|------------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------|-----------------------------|--------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Mpa | Kg/cm2 | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.08% | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | 2" | 2.12 | 2283.64 | 210 | 155.0 | 18869.2 | 362.0 | 19.18 | 195.6 | 93.2 |
| 2 | | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | | | | 210 | 156.6 | 19260.8 | 363.1 | 18.85 | 192.2 | 91.5 |
| 3 | | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | | | | 210 | 156.0 | 19113.4 | 362.4 | 18.96 | 193.3 | 92.1 |
| 4 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | 210 | 154.4 | 18723.4 | 417.9 | 22.32 | 227.6 | 108.4 |
| 5 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | 210 | 156.2 | 19162.5 | 446.4 | 23.30 | 237.5 | 113.1 |
| 6 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | 210 | 158.1 | 19631.5 | 446.9 | 22.76 | 232.1 | 110.5 |
| 7 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.2 | 17955.3 | 459.9 | 25.61 | 261.2 | 124.4 |
| 8 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | 210 | 152.6 | 18289.4 | 449.2 | 24.56 | 250.5 | 119.3 |
| 9 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | 210 | 149.9 | 17647.9 | 451.0 | 25.56 | 260.6 | 124.1 |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Baza Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



f) Concreto + 0.09% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f_c = 210$ kg/cm²

FECHA DE ENSAYO : 9/11/2021

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA Nº | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f'c (Kg/cm2) | DIAMET RO (mm) | ÁREA (mm2) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | |
|---------------|---|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|-------|--------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | CARGA MAXIMA KN | Mpa | Kg/cm2 | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.09% | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | 1.67" | 2.23 | 2277 | 210 | 149.6 | 17577.3 | 255.2 | 14.52 | 148.1 | 70.5 |
| 2 | | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | | | | 210 | 151.2 | 17955.3 | 287.9 | 16.03 | 163.5 | 77.9 |
| 3 | | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | | | | 210 | 152.8 | 18337.4 | 263.1 | 14.35 | 146.3 | 69.7 |
| 4 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 150.5 | 17789.5 | 390.2 | 21.93 | 223.7 | 106.5 |
| 5 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 151.4 | 18002.9 | 395.2 | 21.95 | 223.8 | 106.6 |
| 6 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 152.3 | 18217.5 | 408.7 | 22.43 | 228.8 | 108.9 |
| 7 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 153.5 | 18505.7 | 433.7 | 23.44 | 239.0 | 113.8 |
| 8 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 152.2 | 18193.6 | 428.5 | 23.55 | 240.2 | 114.4 |
| 9 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 151.9 | 18122.0 | 439.8 | 24.27 | 247.5 | 117.8 |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humberto Díaz Rojas
TECNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Bessa Fernández
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 169278



Resistencia a la tracción del concreto

a) Concreto patrón

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

RESISTENCIA

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f_c (Kg/cm ²) | DIAMETRO m | LONGITUD m | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------------------|------|--------|-------|------|--------|-------|------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Kg/cm ² | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | 3.5" | 1.63 | 2290.50 | 210 | 0.1519 | 0.3030 | 112.47 | 15.87 | 7.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | | | | | | | | | | 100.86 | 14.27 | 6.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 5/10/2021 | 12/10/2021 | 7 | | | | | | | | | | | | | 122.40 | 17.82 | 8.49 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 168.10 | 23.86 | 11.36 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 150.23 | 21.41 | 10.20 | | | | | | | | | |
| 6 | | 5/10/2021 | 19/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 188.94 | 26.78 | 12.75 | | | | | | |
| 7 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 149.26 | 21.22 | 10.11 | | | |
| 8 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 118.56 | 16.66 | 7.94 |
| 9 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Espino Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 119278



b) Concreto + 0.05% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

RESISTENCIA

fc = 210 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | fc (Kg/cm ²) | DIAMETRO | LONGITUD | CARGA MAXIMA | RESISTENCIA A LA COMPRESION | |
|---------------|--|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------|----------|----------|--------------|-----------------------------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | m | m | KN | Kg/cm ² | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.05% | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | 3.17" | 1.68 | 2290.40 | 210 | 0.1559 | 0.3011 | 162.10 | 22.43 | 10.68 |
| 2 | | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1517 | 0.3048 | 154.61 | 21.72 | 10.34 |
| 3 | | 1/11/2021 | 8/11/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1513 | 0.3020 | 159.32 | 22.65 | 10.78 |
| 4 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1509 | 0.3046 | 215.42 | 30.44 | 14.50 |
| 5 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1521 | 0.3007 | 175.91 | 24.98 | 11.90 |
| 6 | | 1/11/2021 | 15/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1518 | 0.3031 | 189.14 | 26.70 | 12.71 |
| 7 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1516 | 0.3017 | 155.62 | 22.10 | 10.52 |
| 8 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1521 | 0.3041 | 161.21 | 22.64 | 10.78 |
| 9 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1510 | 0.3038 | 151.86 | 21.50 | 10.24 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Balsa Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278



c) Concreto + 0.06% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

RESISTENCIA

fc = 210 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f _c (Kg/cm ²) | DIAMETRO m | LONGITUD m | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESION | |
|---------------|--|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------------------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Kg/cm ² | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.06% | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | 3.08" | 1.90 | 2290.64 | 210 | 0.1508 | 0.3044 | 111.41 | 15.76 | 7.51 |
| 2 | | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1514 | 0.3045 | 131.71 | 18.56 | 8.84 |
| 3 | | 6/10/2021 | 13/10/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1521 | 0.3038 | 104.43 | 14.68 | 6.99 |
| 4 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1521 | 0.3051 | 191.77 | 26.84 | 12.78 |
| 5 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1510 | 0.3049 | 182.77 | 25.78 | 12.28 |
| 6 | | 6/10/2021 | 20/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1516 | 0.3030 | 183.08 | 25.89 | 12.33 |
| 7 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1500 | 0.2993 | 193.96 | 28.06 | 13.36 |
| 8 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1534 | 0.2976 | 159.64 | 22.71 | 10.82 |
| 9 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1538 | 0.2940 | 170.45 | 24.48 | 11.66 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humberto Díaz Rojas
TECNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Berra Fernández
ING. CIVIL
REG. CTR. 159278



d) Concreto + 0.07% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

RESISTENCIA

fc = 210 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA Nº | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f _c (Kg/cm ²) | DIAMETRO | LONGITUD | CARGA MAXIMA | RESISTENCIA A LA COMPRESION | |
|---------------|--|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------------------|----------|----------|--------------|-----------------------------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | m | m | KN | Kg/cm ² | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.07% | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | 2.58" | 1.88 | 2290.31 | 210 | 0.1522 | 0.3048 | 170.17 | 23.83 | 11.35 |
| 2 | | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1533 | 0.3031 | 162.27 | 22.68 | 10.80 |
| 3 | | 7/10/2021 | 14/10/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1521 | 0.3006 | 140.33 | 19.93 | 9.49 |
| 4 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1512 | 0.3057 | 185.25 | 26.03 | 12.40 |
| 5 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1529 | 0.3027 | 215.67 | 30.27 | 14.41 |
| 6 | | 7/10/2021 | 21/10/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1509 | 0.3056 | 192.71 | 27.14 | 12.92 |
| 7 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1519 | 0.3030 | 177.00 | 24.98 | 11.89 |
| 8 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1510 | 0.3063 | 180.56 | 25.36 | 12.07 |
| 9 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1497 | 0.3009 | 177.71 | 25.62 | 12.20 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

[Handwritten Signature]
 SEMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 FUNDADOR DISEÑO ROJAS
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

[Handwritten Signature]
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 159278



e) Concreto + 0.08% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

RESISTENCIA

fc = 210 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f _c (Kg/cm ²) | DIAMETRO m | LONGITUD m | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|------------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------------------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-----|--------|--------|--------|-------|------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Kg/cm ² | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.08% | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | 2" | 2.12 | 2283.64 | 210 | 0.1570 | 0.3062 | 163.61 | 22.10 | 10.53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | | | | | | | | | | 210 | 0.1540 | 0.3062 | 137.49 | 18.94 | 9.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | 11/10/2021 | 18/10/2021 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1560 | 0.3062 | 166.39 | 22.62 | 10.77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1576 | 0.3059 | 187.30 | 25.23 | 12.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1539 | 0.3021 | 178.33 | 24.91 | 11.86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | 11/10/2021 | 25/10/2021 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1540 | 0.3018 | 199.98 | 27.95 | 13.31 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1524 | 0.3050 | 148.21 | 20.71 | 9.86 | | | | | | |
| 8 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 210 | 0.1545 | 0.3042 | 189.83 | 26.23 | 12.49 |
| 9 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

EMP - SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
FIRMADO POR:
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 169278



f) Concreto + 0.09% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO

PROYECTO

"Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"

UBICACIÓN

Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque

CLIENTE

Santisteban Tepo Marco Raúl

TIPO DE PRODUCTO

Concreto

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

RESISTENCIA

fc = 210 kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | FECHA | | EDAD (días) | SLUMP (") | AIRE ATRAPADO (%) | DENSIDAD | f _c (Kg/cm ²) | DIAMETRO m | LONGITUD m | CARGA MAXIMA KN | RESISTENCIA A LA COMPRESION | |
|---------------|--|-----------|------------|----------------|--------------|-------------------------|----------|--------------------------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------------------|-------|
| | | MOLDEO | ROTURA | | | | | | | | | Kg/cm ² | % |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.09% | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | 1.67" | 2.23 | 2276.93 | 210 | 0.1507 | 0.3036 | 151.33 | 21.48 | 10.23 |
| 2 | | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1525 | 0.3041 | 154.89 | 21.69 | 10.33 |
| 3 | | 2/11/2021 | 9/11/2021 | 7 | | | | 210 | 0.1532 | 0.3031 | 149.28 | 20.88 | 9.94 |
| 4 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1525 | 0.3036 | 150.37 | 21.09 | 10.05 |
| 5 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1512 | 0.3030 | 162.81 | 23.08 | 10.99 |
| 6 | | 2/11/2021 | 16/11/2021 | 14 | | | | 210 | 0.1513 | 0.3012 | 177.93 | 25.36 | 12.08 |
| 7 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1522 | 0.3009 | 165.89 | 23.53 | 11.20 |
| 8 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1513 | 0.3034 | 171.38 | 24.25 | 11.55 |
| 9 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | | | | 210 | 0.1535 | 0.3019 | 169.80 | 23.80 | 11.33 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Berge Fernández
 INSC. CIVIL
 REG. CIP. 169278



Resistencia a la flexión del concreto

a) Concreto patron

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad dias | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|-----------------|-----------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 18 | 27.19 | 33.49 | 15.95% |
| 2 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 25.9 | 39.13 | | |
| 3 | | 5/10/2021 | 2/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 22.6 | 34.14 | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto Díaz Rojas
 TECNICO LABORATORIAL
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Benito Fernández
 H.E.C. - C/O 149278



b) Concreto + 0.05% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad días | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|---|-----------|------------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.05% | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 23.6 | 35.65 | 37.72 | 17.96% |
| 2 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 28.4 | 42.90 | | |
| 3 | | 1/11/2021 | 29/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 22.9 | 34.59 | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.



c) Concreto + 0.06% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO

NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad días | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|---|-----------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.06% | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 29.7 | 44.87 | 45.22 | 21.53% |
| 2 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 30.2 | 45.62 | | |
| 3 | | 6/10/2021 | 3/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 29.9 | 45.17 | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

[Handwritten Signature]
 SEMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Humberto DÍAZ ROJAS
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

[Handwritten Signature]
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Semirafael BARRERA FERNÁNDEZ
 INGENIERO CIVIL
 N.E.C. - C.R. 149278



d) Concreto + 0.07% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com



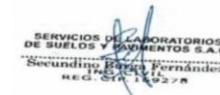
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad dias | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|---|-----------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.07% | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 30.6 | 46.23 | 44.72 | 21.29% |
| 2 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 29.2 | 44.11 | | |
| 3 | | 7/10/2021 | 4/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 29 | 43.81 | | |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.



e) Concreto + 0.08% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com



RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad días | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|---|------------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.08% | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 24.1 | 36.41 | 36.61 | 17.43% |
| 2 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 22.5 | 33.99 | | |
| 3 | | 11/10/2021 | 8/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 26.1 | 39.43 | | |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

[Handwritten Signature]
 EMP SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 HUMBERTO DÍAZ RAJAS
 TÉCNICO LABORATORISTA SUPERVISOR DE LABORATORIO

[Handwritten Signature]
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Sebastián Espino Fernández
 INGENIERO
 REG. C.O.P. 14278



f) Concreto + 0.09% de polvo de grafito

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
NTP 339.078

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
ESTRUCTURA : Vigas de Concreto
RESISTENCIA : Mr 34 (kg/cm²)
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| PROBETA N° | ESTRUCTURA | Fecha | | Edad dias | Luz libre entre apoyos (cm) | b (cm) | h (cm) | P (carga KN) | Mr (Kg/cm ²) | Mr Promedio (Kg/cm ²) | % |
|---------------|---|-----------|------------|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------------------|---|--------|
| | | Moldeo | Rotura | | | | | | | | |
| 1 | CONCRETO PATRON + GRAFITO EN POLVO 0.09% | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 21.8 | 32.93 | 35.40 | 16.86% |
| 2 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 23.6 | 35.65 | | |
| 3 | | 2/11/2021 | 30/11/2021 | 28 | 50 | 15 | 15 | 24.9 | 37.62 | | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.



Asentamiento

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
NORMATIVA : NTP. 339.035
CONSISTENCIA : Plástica (3" - 4")
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

| Características | Moldeo | SLUMP (pulg) | | | SLUMP PROMEDIO (Pulg) | SLUMP PROMEDIO (cm) |
|-----------------------------------|------------|--------------|------|------|-----------------------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 3.5 | 3.25 | 3.75 | 3.50 | 8.89 |
| CONCRETO + 0.05% POLVO DE GRAFITO | 1/11/2021 | 3.25 | 3.25 | 3 | 3.17 | 8.04 |
| CONCRETO + 0.06% POLVO DE GRAFITO | 6/10/2021 | 3 | 3 | 3.25 | 3.08 | 7.83 |
| CONCRETO + 0.07% POLVO DE GRAFITO | 7/10/2021 | 2.75 | 2.5 | 2.5 | 2.58 | 6.56 |
| CONCRETO + 0.08% POLVO DE GRAFITO | 11/10/2021 | 1.75 | 2 | 2.25 | 2.00 | 5.08 |
| CONCRETO + 0.09% POLVO DE GRAFITO | 2/11/2021 | 1.5 | 2 | 1.5 | 1.67 | 4.23 |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brinda toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Humberto Díaz Rojas
TECNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Borka Fernández
ING. CIVIL
REG. C.R. 119278



Densidad

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DENSIDAD DEL CONCRETO FRESCO

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
NORMATIVA : NTP. 339.046
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| CONCRETO | MOLDEO | PESO DEL MOLDE (GR) | VOLUMEN DEL MOLDE (CM3) | PESO DEL MOLDE + CONCRETO (gr) | PESO DEL CONCRETO (GR) | DENSIDAD (kg/m3) | DENSIDAD PROMEDIO (Kg/cm2) |
|-----------------------------------|------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|----------------------------|
| CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.5 | 2290.5 |
| | | | | 19596 | 16144 | 2289.93 | |
| | | | | 19604 | 16152 | 2291.06 | |
| CONCRETO + 0.05% POLVO DE GRAFITO | 1/11/2021 | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.5 | 2290.4 |
| | | | | 19591 | 16139 | 2289.22 | |
| | | | | 19607 | 16155 | 2291.49 | |
| CONCRETO + 0.06% POLVO DE GRAFITO | 6/10/2021 | 3452 | 7050 | 19600 | 16148 | 2290.5 | 2290.64 |
| | | | | 19598 | 16146 | 2290.21 | |
| | | | | 19605 | 16153 | 2291.21 | |
| CONCRETO + 0.07% POLVO DE GRAFITO | 7/10/2021 | 3452 | 7050 | 19606 | 16154 | 2291.35 | 2290.31 |
| | | | | 19601 | 16149 | 2290.64 | |
| | | | | 19589 | 16137 | 2288.94 | |
| CONCRETO + 0.08% POLVO DE GRAFITO | 11/10/2021 | 3452 | 7050 | 19550 | 16098 | 2283.4 | 2283.64 |
| | | | | 19558 | 16106 | 2284.54 | |
| | | | | 19547 | 16095 | 2282.98 | |
| CONCRETO + 0.09% POLVO DE GRAFITO | 2/11/2021 | 3452 | 7050 | 19512 | 16060 | 2278.01 | 2276.93 |
| | | | | 19499 | 16047 | 2276.17 | |
| | | | | 19502 | 16050 | 2276.6 | |

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Secundo Bernal Fernández
 SUPERVISOR LABORATORIAL
 SUPLENTE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Secundo Bernal Fernández
 INGENIERO
 REG. EN 114278



Contenido de aire

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

PROYECTO : "Comportamiento de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Adicionando Polvo de Grafito, Chiclayo - 2021"
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento Lambayeque
NORMATIVA : NTP. 339.046
SOLICITANTE : Santisteban Tepo Marco Raúl

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. RESP. : H.D.R.

| CONCRETO | MOLDEO | CONTENIDO DE AIRE (%) | | | PROM CONT. AIRE (%) |
|-----------------------------------|------------|-----------------------|------|------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| CONCRETO PATRON | 5/10/2021 | 1.6 | 1.65 | 1.65 | 1.63 |
| CONCRETO + 0.05% POLVO DE GRAFITO | 1/11/2021 | 1.65 | 1.65 | 1.75 | 1.68 |
| CONCRETO + 0.06% POLVO DE GRAFITO | 6/10/2021 | 1.95 | 1.9 | 1.85 | 1.9 |
| CONCRETO + 0.07% POLVO DE GRAFITO | 7/10/2021 | 1.85 | 1.95 | 1.85 | 1.88 |
| CONCRETO + 0.08% POLVO DE GRAFITO | 11/10/2021 | 2.15 | 2.1 | 2.1 | 2.12 |
| CONCRETO + 0.09% POLVO DE GRAFITO | 2/11/2021 | 2.25 | 2.25 | 2.2 | 2.23 |

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
HUMBERTO DÍAZ ROJAS
TECNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino BARRA Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 149278



ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Valverde Chancafe Victor Alberto
 Institución donde labora : Independiente.
 Especialidad : Saneamiento
 Instrumento de evaluación : Ensayo de granulometría por tamizado, Peso unitario – seco,
 Resistencia a la compresión del concreto, Modulo de rotura del concreto, resistencia a la
 tracción por compresión diametral del concreto.
 Autor (s) del instrumento (s): Santisteban Tepo Marco Raúl

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|-----|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | ✓ |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: concreto y polvo de grafito, variable dependiente e independiente respectivamente. | | | | ✓ | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | | ✓ |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | ✓ |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | ✓ | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | ✓ |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | ✓ | |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | ✓ | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | ✓ |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | ✓ | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | 4/5 |


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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.5


 VICTOR ALBERTO VALVERDE CHANCAFE
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 227786

Chiclayo, 29 de Junio de 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ricorty Humberto Chafloque Carhuatanta

Institución donde labora :

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : Ensayo de granulometría por tamizado, Peso unitario – seco,

Resistencia a la compresión del concreto, Modulo de rotura del concreto, resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto.

Autor (s) del instrumento (s): Santisteban Tepo Marco Raúl

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|----|---|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | ✓ | |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: concreto y polvo de grafito, variable dependiente e independiente respectivamente. | | | | ✓ | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | | ✓ |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | ✓ |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | ✓ | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | ✓ |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | ✓ | |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | ✓ | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | | ✓ |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | | ✓ |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | 45 | |

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumentos Validos y Aplicables.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45


 Ricorty Humberto Chafloque Carhuatanta
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 102523

Chiclayo, 28 de Junio de 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Yaipen Chafloque Andres A.
 Institución donde labora : Independiente
 Especialidad : Ing. Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayo de granulometría por tamizado, Peso unitario – seco,
 Resistencia a la compresión del concreto, Modulo de rotura del concreto, resistencia a la
 tracción por compresión diametral del concreto.
 Autor (s) del instrumento (s): Santisteban Tepo Marco Raúl

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

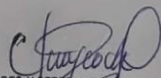
| CRITERIOS | INDICADORES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|---|---|---|---|-----------|
| CLARIDAD | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales. | | | | | X |
| OBJETIVIDAD | Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: concreto y polvo de grafito, variable dependiente e independiente respectivamente. | | | | X | |
| ACTUALIDAD | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | X | |
| ORGANIZACIÓN | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación. | | | | | X |
| SUFICIENCIA | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores. | | | | X | |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. | | | | | X |
| CONSISTENCIA | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación. | | | | | X |
| COHERENCIA | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: VD: Concreto y VI: Polvo de grafito | | | | X | |
| METODOLOGÍA | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. | | | | X | |
| PERTINENCIA | La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento. | | | | X | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | 44 |

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Los Instrumentos son aplicables

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44


 ANDRES ALBERTO YAIPEN CHAFLOQUE
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 244899

Chiclayo, 29 de Junio de 2021

ANEXO 5: CONFIABILIDAD

a) Balanza



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1224-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

1. SOLICITANTE : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339020109

Alcance de Indicación : 30000 g

División de escala real (d) : 1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-57 (*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

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



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

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

| Sello | Fecha de Emisión | Autorizado por |
|---|------------------|--|
|  | 2021-11-09 |  Sandra Jurupe Melgarejo Gerente Técnico |

RT08-F09_Rev.06

Elaborado: JCEA

Revisado: JMSE

Aprobado: NGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. EL OLIVAR - Callao | Telef: 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444306 | Celular 994080329 - 975525151
Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 25,3 °C | 25,5 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 57 % |

6. TRAZABILIDAD

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Identificación | Certificado de calibración |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------|
| Patrones de referencia de INACAL-DM | Pesas (Clase de exactitud E2) | ZT-25 | LM - C - 264 - 2021 |
| | | MP-07 | LM-C-299-2021 |
| | Pesas (Clase de exactitud F1) | MP-10 | LM-C-300-2021 |
| | | MP-11 | LM-C-239-2021 |

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g la balanza indicó 29995 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

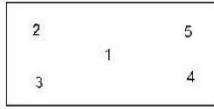
| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SIST. DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 15 000 g | | | Carga L2= 30 000 g | | |
|--------------------------|--------------------|--------|----------|--------------------|--------|-------|
| | I(g) | ΔL(mg) | E(mg) | I(g) | ΔL(mg) | E(mg) |
| 1 | 15 000 | 600 | -100 | 30 001 | 700 | 800 |
| 2 | 15 000 | 600 | -100 | 30 001 | 800 | 700 |
| 3 | 15 000 | 500 | 0 | 30 000 | 700 | -200 |
| 4 | 15 000 | 600 | -100 | 30 001 | 700 | 800 |
| 5 | 15 000 | 500 | 0 | 30 001 | 700 | 800 |
| 6 | 15 000 | 500 | 0 | 30 001 | 700 | 800 |
| 7 | 15 000 | 500 | 0 | 30 000 | 700 | -200 |
| 8 | 15 000 | 600 | -100 | 30 000 | 800 | -300 |
| 9 | 15 000 | 500 | 0 | 30 001 | 800 | 700 |
| 10 | 15 000 | 500 | 0 | 30 001 | 700 | 800 |
| Diferencia Máxima | | | 100 | 1 100 | | |
| Error máximo permitido ± | | | 2 000 mg | ± 3 000 mg | | |

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Temp. (°C) Inicial Final
 25,1 °C 25,3 °C

| Posición de la Carga | Determinación de E _e | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------|--------|---------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------|---------------------|
| | Carga mínima (g) | l(g) | ΔL(mg) | E _e (mg) | Carga (g) | l(g) | ΔL(mg) | E(mg) | E _c (mg) |
| 1 | 10 | 10 | 800 | -300 | 10 000 | 10 000 | 800 | -300 | 0 |
| 2 | | 10 | 700 | -200 | | 9 999 | 300 | -800 | -600 |
| 3 | | 10 | 700 | -200 | | 10 000 | 700 | -200 | 0 |
| 4 | | 10 | 700 | -200 | | 10 001 | 500 | 1 000 | 1 200 |
| 5 | | 10 | 800 | -300 | | 10 000 | 700 | -200 | 100 |

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final
 25,3 °C 25,5 °C

| Carga L(g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | emp(**) ±(mg) |
|------------|------------|--------|-------|---------------------|--------------|--------|-------|---------------------|---------------|
| | l(g) | ΔL(mg) | E(mg) | E _c (mg) | l(g) | ΔL(mg) | E(mg) | E _c (mg) | |
| 10 | 10 | 800 | -300 | -300 | | | | | |
| 50 | 50 | 700 | -200 | 100 | 50 | 300 | 200 | 500 | 1 000 |
| 200 | 200 | 800 | -300 | 0 | 200 | 300 | 200 | 500 | 1 000 |
| 1 000 | 1 000 | 800 | -300 | 0 | 1 000 | 300 | 200 | 500 | 1 000 |
| 5 000 | 5 000 | 600 | -100 | 200 | 5 000 | 400 | 100 | 400 | 1 000 |
| 10 000 | 10 000 | 900 | -400 | -100 | 10 000 | 500 | 0 | 300 | 2 000 |
| 15 000 | 15 000 | 500 | 0 | 300 | 15 001 | 800 | 700 | 1 000 | 2 000 |
| 20 000 | 20 000 | 400 | 100 | 400 | 20 000 | 200 | 300 | 600 | 2 000 |
| 25 000 | 25 001 | 700 | 800 | 1 100 | 25 001 | 800 | 700 | 1 000 | 3 000 |
| 28 000 | 28 001 | 800 | 700 | 1 000 | 28 001 | 700 | 800 | 1 100 | 3 000 |
| 30 000 | 30 001 | 700 | 800 | 1 100 | 30 001 | 700 | 800 | 1 100 | 3 000 |

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000023 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,45 \text{ g}^2 + 0,000000017 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_e: Error en cero E_c: Error corregido

 Fin del certificado de calibración

b) Olla Washington (Aerimetro)

METROTEC**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LP - 117 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

| | | |
|-----------------------------------|--|---|
| 1. Expediente | 210475 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). |
| 2. Solicitante | SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. | |
| 3. Dirección | Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE | |
| 4. Instrumento de Medición | OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER) | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| Tipo | B | |
| Marca | FORNEY | |
| Modelo | LA-0316 | |
| Número de Serie | NO INDICA | METROLOGÍA & TÉCNICAS 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. |
| Procedencia | U.S.A. | |
| Identificación | O-WAS-01 | |
| Ubicación | LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | |
| Medidor de Aire: | | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Tipo de Indicación | ANALOGICA | |
| Alcance de indicación | 0 % a 100 % | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |
| 5. Fecha de Calibración | 2021-09-10 | |

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-09-16

Firmado digitalmente por Eleazar
Cesar Chavez Raraz

Fecha: 2021.09.16 12:27:42 -05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 117 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 19,3 °C | 19,3 °C |
| Humedad Relativa | 72 % HR | 72 % HR |

9. Patrones de Referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--|--|----------------------------|
| Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL LFP-077-2020 / LFP-076-2020 | Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 0,05 % FS | INACAL LFP-086-2020 |
| Regla Metálica INACAL-DM LLA-445-2020 | REGLA METÁLICA con Grado de Incertidumbre de 0,2 mm | L-0132-2021 |
| Magnificador Óptico INACAL-DM LLA-122-2019 | | |

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 117 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 3 de 3

10. Resultados de Medición

| Recipiente de Medición | | | |
|------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Diámetro (mm) | Altura (mm) | Masa (kg) | Volumen (cm ³) |
| 203,50 | 217,00 | 3,455 | 7057,95 |

| Ensayo de Carga Directa | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Valores Referenciales (% de aire) | Lecturas del A Calibrar | | | Promedio (% de aire) | Error (% de aire) |
| | L ₁ (% de aire) | L ₂ (% de aire) | L ₃ (% de aire) | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 0,0 |
| 10,0 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | -0,1 |
| 15,0 | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,5 | -0,5 |

Nota 1.- El diámetro del recipiente de medición es de 0,94 veces la altura del recipiente.

Nota 2.- El punto inicial se determinó en 3%, para obtener el cero.

Nota 3.- El volumen efectivo del recipiente de calibración es de 0,05.

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1,184 kg/m³

c) Prensa para compresión



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza
Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22373-001 R1

Page / Pág. 1 de 5

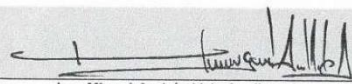
| | | |
|---|--|---|
| Equipo <i>Instrument</i> | MAQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN | <p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> |
| Fabricante <i>Manufacturer</i> | ELE INTERNACIONAL | |
| Modelo <i>Model</i> | ADR | |
| Número de Serie <i>Serial Number</i> | 1886-1-4762 | |
| Identificación Interna <i>Internal Identification</i> | P-CON-03 | |
| Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i> | 1500 kN | <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> |
| Solicitante <i>Customer</i> | SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA | <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> |
| Dirección <i>Address</i> | Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque | <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> |
| Ciudad <i>City</i> | CHICLAYO | |
| Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i> | 2020 - 12 - 17 | |
| Fecha de Emisión <i>Date of issue</i> | 2020 - 12 - 28 | <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> |
| Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> | 05 | <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p> |

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized Signature


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

LMPC-05F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

| | |
|--|--------------------------------------|
| Clase | 1,0 |
| Dirección de Carga | Compresión |
| Tipo de Indicación | Digital |
| División de Escala | 0,1 kN |
| Resolución | 0,1 kN |
| Intervalo de Medición Calibrado | Del 13 % al 67 % de la carga máxima. |
| Límite Inferior de la Escala | 20 kN |

Instrumento(s) de Referencia

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Instrumento(s) | Transductor de Fuerza de 1 MN |
| Modelo | KAL 1MN |
| Clase | 0,5 |
| Número de Serie | HV325-911250 |
| Certificado de Calibración | 3783 del INM |
| Próxima Calibración | 2021-12 -26 |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Tabla 1.

Indicaciones obtenidas durante la calibración para cada valor de carga aplicado

| Indicación del IBC | Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie | | | | | | Promedio S _{1, 2 y 3} kN |
|--------------------|--|--------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|
| | % | kN | S ₁ Ascendente kN | S ₂ Ascendente kN | S _{2'} No Aplica ---- | S ₃ Ascendente kN | |
| 13 | 200,0 | 200,05 | 201,15 | ---- | 201,25 | ---- | 200,81 |
| 20 | 300,0 | 301,17 | 301,37 | ---- | 301,37 | ---- | 301,30 |
| 27 | 400,0 | 401,89 | 403,49 | ---- | 401,99 | ---- | 402,46 |
| 33 | 500,0 | 504,31 | 505,11 | ---- | 503,81 | ---- | 504,41 |
| 40 | 600,0 | 599,04 | 600,04 | ---- | 599,94 | ---- | 599,67 |
| 47 | 700,0 | 699,66 | 700,16 | ---- | 699,76 | ---- | 699,86 |
| 53 | 800,0 | 802,88 | 802,68 | ---- | 802,48 | ---- | 802,68 |
| 60 | 900,0 | 901,71 | 902,01 | ---- | 901,91 | ---- | 901,87 |
| 67 | 1000,0 | 999,44 | 998,84 | ---- | 999,64 | ---- | 999,30 |

Tabla 2.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

| $f_{0,s1}$ % | $f_{0,s2}$ % | $f_{0,s2'}$ % | $f_{0,s3}$ % | $f_{0,s4}$ % |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 0,000 | 0,000 | ---- | 0,000 | ---- |

LM-PC-05-F-01 R11.0





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *Continuación...*

Tabla 3.

Resultados de la calibración de la máquina de ensayo.

| Indicación del IBC | Errores Relativos | | | Resolución Relativa | Incertidumbre Expandida | | $K_{p=95\%}$ | |
|--------------------|-------------------|---------------|----------------|---------------------|-------------------------|------|--------------|-------|
| | Indicación | Repetibilidad | Reversibilidad | | U | | | |
| % | kN | q % | b % | v % | a % | kN | % | ----- |
| 13 | 200,0 | -0,41 | 0,60 | --- | 0,050 | 0,79 | 0,39 | 2,01 |
| 20 | 300,0 | -0,43 | 0,07 | --- | 0,033 | 0,33 | 0,11 | 2,01 |
| 27 | 400,0 | -0,61 | 0,40 | --- | 0,025 | 1,1 | 0,27 | 2,01 |
| 33 | 500,0 | -0,88 | 0,26 | --- | 0,020 | 0,86 | 0,17 | 2,01 |
| 40 | 600,0 | 0,05 | 0,17 | --- | 0,017 | 0,81 | 0,14 | 2,01 |
| 47 | 700,0 | 0,02 | 0,07 | --- | 0,014 | 0,77 | 0,11 | 2,01 |
| 53 | 800,0 | -0,33 | 0,05 | --- | 0,013 | 0,88 | 0,11 | 2,02 |
| 60 | 900,0 | -0,21 | 0,03 | --- | 0,011 | 0,99 | 0,11 | 2,01 |
| 67 | 1000,0 | 0,07 | 0,08 | --- | 0,010 | 1,1 | 0,11 | 2,01 |

* Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 5 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.

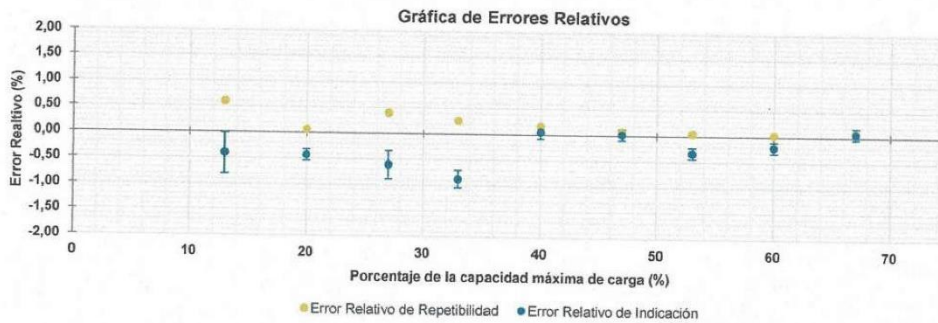


Figura 1. Gráfica de errores relativos

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue LABORATORIO de la empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA ubicada en CHICLAYO. Durante la calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 27,0 °C
Humedad Relativa Máxima: 52 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 25,0 °C
Humedad Relativa Mínima: 50 % HR

LM-PC-05-F-01 R11.0



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

| Intercepto | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| -1,07320 | 1,01458 | -1,97536 E-05 | 6,37685 E-09 | 0,00000 E00 |

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

| Indicación kN | 0,0 | 10,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 |
|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 200,0 | 201,10 | 211,18 | 221,25 | 231,31 | 241,38 |
| 250,0 | 251,44 | 261,49 | 271,55 | 281,60 | 291,65 |
| 300,0 | 301,70 | 311,74 | 321,78 | 331,82 | 341,85 |
| 350,0 | 351,88 | 361,91 | 371,94 | 381,96 | 391,99 |
| 400,0 | 402,01 | 412,02 | 422,04 | 432,05 | 442,06 |
| 450,0 | 452,07 | 462,07 | 472,08 | 482,08 | 492,08 |
| 500,0 | 502,08 | 512,07 | 522,06 | 532,05 | 542,04 |
| 550,0 | 552,03 | 562,02 | 572,00 | 581,98 | 591,96 |
| 600,0 | 601,94 | 611,92 | 621,89 | 631,87 | 641,84 |
| 650,0 | 651,81 | 661,78 | 671,75 | 681,71 | 691,68 |
| 700,0 | 701,64 | 711,60 | 721,56 | 731,52 | 741,48 |
| 750,0 | 751,44 | 761,40 | 771,35 | 781,31 | 791,26 |
| 800,0 | 801,21 | 811,17 | 821,12 | 831,07 | 841,02 |
| 850,0 | 850,96 | 860,91 | 870,86 | 880,81 | 890,75 |
| 900,0 | 900,70 | 910,64 | 920,59 | 930,53 | 940,47 |
| 950,0 | 950,42 | 960,36 | 970,30 | 980,25 | 990,19 |
| 1000,0 | 1 000,1 | | | | |

Tabla 6.

Valores Residuales

| Indicación del IBC kN | Promedio S1, 2 y 3 kN | Por Interpolación kN | Residuales kN |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| 200,0 | 200,8 | 201,1 | 0,3 |
| 300,0 | 301,3 | 301,7 | 0,4 |
| 400,0 | 402,5 | 402,0 | -0,5 |
| 500,0 | 504,4 | 502,1 | -2,3 |
| 600,0 | 599,7 | 601,9 | 2,3 |
| 700,0 | 699,9 | 701,6 | 1,8 |
| 800,0 | 802,7 | 801,2 | -1,5 |
| 900,0 | 901,9 | 900,7 | -1,2 |
| 1.000,0 | 999,3 | 1.000,1 | 0,8 |

LM-PC-05-F-01 R11.0





INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,02$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud del servicio

| | |
|---------------------------|---|
| Nombre | SECUNDINO FERNANDEZ |
| Organización | SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD |
| Cargo | GERENTE GENERAL |
| Teléfono | 948852622 |
| Correo Electrónico | SERVICIOS_LAB@HOTMAIL.COM |

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

| de la escala de la mé | Exactitud | Repetibilidad | Reversibilidad* | Cero | Resolución relativa |
|-----------------------|-----------|---------------|-----------------|------|---------------------|
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,05 | 0,25 |
| 1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,1 | 0,5 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 0,2 | 1 |
| 3 | 3 | 3 | 4,5 | 0,3 | 1,5 |

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo
2. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.
3. En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. NTC-ISO 7500-1:2007
4. En caso de duda, solo el texto en español de este certificado es válido.
5. El presente certificado reemplaza al certificado F-22373-001 R0, expedido el 2020-12-23, el motivo del cambio es: Se corrigen los datos de identificación del equipo Modelo, Serie, Identificación Interna y Capacidad máxima
6. Con el presente certificado de calibración se adjunta la etiqueta de calibración No. F-22373-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX. 57 (1) 745 4565 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



ANEXO 6: DOSIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ANTECEDENTES

TÍTULO: Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo – 2021

AUTOR: Santisteban Tepo, Marco Raúl

| | AUTOR | TÍTULO | AÑO | Dosificación (%) | Densidad (Kg/m ³) | Contenido de Aire % | Asentamiento (cm) | Resistencia a la compresión (f'c = kg/cm ²) | Resistencia a la flexión | Resistencia a la Tracción (kg/cm ²) |
|------------------------|---|--|-------|------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|---|--------------------------|---|
| | | | | | | | | 28 días | 28 días | 28 días |
| INTERNACIONALES | Raisa Botto | Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanotubos de carbono | 2017 | 0.00% | | 5.40 | 6.50 | 406.86 | 48.94 | |
| | | | | 0.05% | | 6.30 | 4.30 | 387.49 | 41.80 | |
| | Paola Santacruz | | | 0.10% | | 6.60 | 4.20 | 422.16 | 34.67 | |
| | | | | 0.15% | | 5.90 | 4.10 | 420.12 | 50.98 | |
| | Paul Landázuri | Análisis experimental de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón de alta resistencia elaborado con partículas de nanosílice | 2019 | 0.00% | | | 8.00 | 541.37 | 66.38 | 58.23 |
| | | | | 0.50% | | | 2.00 | 595.21 | 84.84 | 58.33 |
| | | | | 1.00% | | | 2.00 | 628.45 | 87.90 | 54.96 |
| | Walter Vásquez | | | 1.50% | | | 1.50 | 641.51 | 83.21 | 58.02 |
| | | | | 2.00% | | | 1.00 | 674.14 | 90.25 | 59.25 |
| | | 2.50% | | | 1.00 | 509.96 | 82.60 | 44.26 | | |
| Ellerty Navarro | Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con nanotubos de carbono | 2017 | 0.00% | | | | 214.14 | | | |
| | | | 0.30% | | | | 237.59 | | | |
| Horacio Forero | | | 0.50% | | | | 234.53 | | | |
| NACIONALES | Jose Alvarado | Uso de polvo de grafito como aditivo en el concreto f'c 210 kg/cm ² a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto | 2020 | 0.00% | | | 20.30 | 290.00 | 43.00 | |
| | | | | 2.00% | | | 12.70 | 293.00 | 44.00 | |
| | Bryan Roque | | | 2.50% | | | 11.43 | 297.50 | 46.00 | |
| | | | | 3.00% | | | 8.89 | 302.00 | 51.00 | |
| | Victor Apaza | Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con nanotubos de carbono | | 0.00% | | | 18.34 | 394.41 | 42.44 | 43.64 |
| | | | | 0.05% | | | 18.00 | 431.82 | 51.30 | 51.50 |
| | Katherine Quispe | | | 0.10% | | | 16.07 | 447.21 | 46.61 | 45.31 |
| | | | | 0.15% | | | 7.18 | 426.59 | 44.40 | 41.35 |
| | Pamela Caballero | Optimización del concreto mediante la adición de Nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa | 2019 | 0.00% | 2211.68 | 3.50% | 10.16 | 362.25 | | |
| | | | | 0.60% | 2204.36 | 2.20% | 10.16 | 376.49 | | |
| | 0.80% | | | 2201.50 | 3.30% | 11.43 | 388.14 | | | |
| | 1.00% | | | 2220.22 | 2.20% | 10.16 | 422.45 | | | |
| | 1.40% | | | 2251.94 | 3.40% | 9.53 | 406.01 | | | |

| | AUTOR | TITULO | AÑO | Dosificación (%) | | Densidad (Kg/m3) | Contenido de Aire % | Asentamiento (cm) | Resistencia a la compresión (f'c = kg/cm2) | Resistencia a la flexión | Resistencia a Tracción (kg/cm2) |
|----------------------------|---|---|---------|------------------|---------|------------------|---------------------|-------------------|--|--------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | 28 días | 28 días | 28 días |
| EN OTROS IDIOMAS | Lochana Poudyal | Use of nanotechnology in concrete | 2018 | CaCO3 | Fly Ash | | | | | | |
| | | | | 0% | 0% | | | 6.35 | 467.40 | | |
| | | | | 0% | 35% | | | 11.43 | 469.40 | | |
| | | | | 0% | 45% | | | 15.24 | 381.30 | | |
| | | | | 1% | 0% | | | 6.35 | 486.00 | | |
| | | | | 1% | 35% | | | 7.62 | 456.78 | | |
| | | | | 1% | 45% | | | 12.70 | 480.40 | | |
| | | | | 3% | 0% | | | 6.35 | 381.56 | | |
| | 3% | 35% | | | 7.62 | 433.58 | | | | | |
| | 3% | 45% | | | 8.89 | 399.20 | | | | | |
| | Murilo Santos Peixoto | ADIÇÃO DE GRAFITE FUNCIONALIZADO COM ÁCIDO OXÁLICO E DOPADO COM CÁLCIO NA DOSAGEM DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND UTILIZADO EM PAVIMENTOS RÍGIDOS | 2020 | CR | | | | 4.50 | 402.48 | 37.53 | 38.44 |
| | | | | CG05 | | | | 3.50 | 468.97 | 41.60 | 38.95 |
| | | | | CG1 | | | | 3.00 | 461.73 | 40.38 | 43.03 |
| CGF05 | | | | | | 3.50 | 487.93 | 45.98 | 39.87 | | |
| CGF05 | | | | | | 3.50 | 492.52 | - | 43.75 | | |
| Dimitar Dimov | Fundamental physical properties of graphene reinforced concrete | 2018 | 0.0 g/L | | | | | 309.99 | 34.36 | 38.75 | |
| | | | 0.2 g/L | | | | | 390.55 | 42.83 | 42.73 | |
| | | | 0.4 g/L | | | | | 485.38 | 39.77 | 39.36 | |
| | | | 0.6 g/L | | | | | 525.15 | 61.7 | 49.96 | |
| | | | 0.8 g/L | | | | | 458.87 | 52 | 47 | |
| ARTICULOS DE INVESTIGACION | Bruno Gonçalves | Comportamento do concreto reforçado com fibras de aço carbono: resistência à compressão e tração por compressão diametral | 2019 | 0.00% | | | | | 206.08 | | 135.28 |
| | Guilherme Rodrigues | | | 30.00% | | | | | 208.63 | | 142.66 |
| | Glauco Lima | | | 50.00% | | | | | 181.51 | | 153.77 |
| | | | | 70.00% | | | | | 227.60 | | 191.09 |
| | Yu-You Wu | Physical properties of concrete containing graphene oxide nanosheets | 2019 | 0.00% | | | | 18.30 | 419.92 | 63.83 | |
| | Longxin Que | | | 0.02% | | | | 18.60 | 473.86 | 65.57 | |
| | | | | 0.03% | | | | 14.10 | 483.76 | 66.28 | |
| | | | | 0.04% | | | | 16.80 | 511.49 | 69.04 | |
| | | | | 0.06% | | | | 16.20 | 534.03 | 72.50 | |
| | | | | 0.08% | | | | 15.40 | 563.09 | 73.83 | |
| | Paul Lambert | | | | | | | | | | |
| | T. Zanon | Evaluacion de los efectos del nanosilíce en hormigones sometidos a la accion de iones cloruros | 2018 | NaSi | SiAc | | | | | | |
| | R. Schmalz | | | PATRON | | | | 24.00 | 715.84 | | 57.92 |
| 0.1% 0.0% | | | | | | 18.00 | 700.55 | | 61.39 | | |
| 0.3% 0.0% | | | | | | 24.00 | 622.03 | | 58.53 | | |
| 0.5% 0.0% | | | | | | 28.50 | 771.93 | | 52.92 | | |
| 0.5% 10% | | | | | | 22.00 | 774.99 | | 63.73 | | |
| F.G.S. Ferreira | 0.7% 10% | | | | 25.00 | 792.32 | | 61.69 | | | |

ANEXO 7: PROCEDIMIENTOS Y FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Calculo de la cantidad de polvo de grafito para cada dosificacion



Pesaje del polvo de grafito



Separamos la cantidad de aditivo a usar



Materiales listo para mezclado en seco



Finalización del mezclado de concreto



Vertido del agua mas aditivo en la mezcla seca (5 minutos)



Adicion y mezclado de materiales secos por 2 minutos



Mezclar hasta obtener uniformidad



Ficha técnica del cemento



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo MS(MH). Protege al concreto del salitre y al fierro de la corrosión. Además su diseño con moderado calor de hidratación, lo hace ideal para climas cálidos, disminuyendo las posibles formaciones de fisuras.



USOS

- Ideal para obras que requieren moderado calor de hidratación.
- Ideal para obras expuestas a la acción del sulfato.
- Ideal para obras cercanas a grandes fuentes de agua (mar, lagos, ríos, etc.)

ATRIBUTOS

Durabilidad

- Diseño premium con adiciones minerales y activas que garantiza un excelente desarrollo de resistencia a la compresión y una máxima protección contra los agentes agresivos del suelo.

Moderado calor de hidratación

- Favorable para ser utilizado en climas cálidos o despachos masivos de concreto pre mezclado. En condiciones adecuadas de curado reduce el riesgo de fisuras y grietas.

Baja permeabilidad en el concreto

- Debido al diseño, en el contenido de adiciones, contribuye a la disminución de la permeabilidad del concreto garantizando la protección de las estructuras de fierro en obra.

Menor impacto ambiental

- Contribuye con el medio ambiente ya que utiliza adiciones que reducen la emisión de los gases de efecto invernadero en el proceso productivo de este cemento.

RECOMENDACIONES



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



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



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

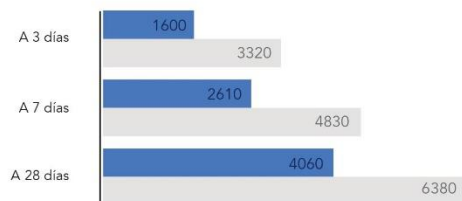
RESISTENCIA A LOS SULFATOS A 6 MESES



Expansión a los sulfatos (%)

- Resultado Promedio
- Requisito máximo NTP 334.082 / ASTM C1157

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (psi)

- Resultado Promedio
- Requisito mínimo NTP 334.082 / ASTM C1157



Cemento Portland tipo MS(MH)

Requisitos Normalizados

NTP 334.082 / ASTM C1157

REQUERIMIENTOS FÍSICOS

| ENSAYOS | TIPO | VALOR | UNIDAD | NORMAS DE ENSAYO | RESULTADO ⁽²⁾ |
|--------------------------------------|--------|----------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| Contenido de aire | Máximo | 12 | % | NTP 334.048 | 6 |
| Finura | | | | | |
| Superficie específica | - | - | cm ² /g | NTP 334.002 | 5530 |
| Retenido M325 | - | - | % | NTP 334.045 | 2.2 |
| Expansión en autoclave | Máximo | 0.80 | % | NTP 334.004 | 0.03 |
| Resistencia a la compresión | | | | | |
| 3 días | Mínimo | 11.0 (1600) | MPa (psi) | NTP 334.051 | 22.9 (3320) |
| 7 días | Mínimo | 18.0 (2610) | MPa (psi) | NTP 334.051 | 33.3 (4830) |
| 28 días ⁽¹⁾ | Mínimo | 28.0 (4060) | MPa (psi) | NTP 334.051 | 44.0 (6380) |
| Tiempo de Fraguado Vicat | | | | | |
| Fraguado inicial | Mínimo | 45 | Minutos | NTP 334.006 | 173 |
| Fraguado final | Máximo | 420 | Minutos | NTP 334.006 | 300 |
| Expansión Barra de mortero a 14 días | Máximo | 0.020 | % | NTP 334.093 | 0.007 |
| Expansión por sulfatos a 6 meses | Máximo | 0.10 | % | NTP 334.094 | 0.01 |
| Calor de hidratación a 3 días | Máximo | 335 | kJ/kg | NTP 334.171 | 234 |

(1) Requisito opcional

(2) Valores Promedios Referenciales

VENTAJAS



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



Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades



Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos de la NTP 334.082

Pacasmayo



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament[®]-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament[®]-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament[®]-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

- Sikament[®]-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
 - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
 - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
 - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

| | |
|--------------------------------------|---|
| Empaques | <ul style="list-style-type: none">▪ Dispenser x 1000 L▪ Cilindro x 200 L▪ Balde x 20 L▪ PET x 4 L |
| Apariencia / Color | Líquido pardo oscuro |
| Vida Útil | 1 año |
| Condiciones de Almacenamiento | El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico. |
| Densidad | 1.20 +/- 0.02 |

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % del peso del cemento.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como Plastificante impermeabilizante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m³ de carga de la amasadora o camión concretero.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



Ficha técnica del Polvo de 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
Densidad : 2200 Kg/m³

ANÁLISIS INMEDIATO

| Especificación | Método | Típico | Rango | Unidad |
|--------------------------------|------------|--------|-------------|--------|
| SiO ₂ | LAB-PR-034 | 70.23 | 65.0 a 75.0 | % |
| Fe ₂ O ₃ | LAB-PR-034 | 26.92 | 20.0 a 32.0 | % |
| CaO | LAB-PR-034 | 2.24 | 1.0 a 3.5 | % |
| MgO | 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.

ANEXO 8: ANÁLISIS DE COSTOS

| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón | | | | | |
|--|----------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 286.58 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón + 0.05% de polvo de grafito | | | | | |
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 315.94 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Polvo de grafito al 0.05% | Kg | 0.184 | S/ 9.00 | S/ 1.66 | |
| Envío de provincia (Lima) | Kg | 1 | S/ 10.00 | S/ 10.00 | |
| Plastificante Sikament 290N | Gln | 0.2915 | S/ 47.00 | S/ 13.70 | |
| Pasaje | Viaje | 2 | S/ 2.00 | S/ 4.00 | |
| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón + 0.06% de polvo de grafito | | | | | |
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 316.26 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Polvo de grafito al 0.06% | Kg | 0.22 | S/ 9.00 | S/ 1.98 | |
| Envío de provincia (Lima) | Kg | 1 | S/ 10.00 | S/ 10.00 | |
| Plastificante Sikament 290N | Gln | 0.2915 | S/ 47.00 | S/ 13.70 | |
| Pasaje | Viaje | 2 | S/ 2.00 | S/ 4.00 | |

| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón + 0.07% de polvo de grafito | | | | | |
|--|----------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 316.59 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Polvo de grafito al 0.07% | Kg | 0.257 | S/ 9.00 | S/ 2.31 | |
| Envío de provincia (Lima) | Kg | 1 | S/ 10.00 | S/ 10.00 | |
| Plastificante Sikament 290N | Gln | 0.2915 | S/ 47.00 | S/ 13.70 | |
| Pasaje | Viaje | 2 | S/ 2.00 | S/ 4.00 | |
| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón + 0.08% de polvo de grafito | | | | | |
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 316.93 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Polvo de grafito al 0.08% | Kg | 0.294 | S/ 9.00 | S/ 2.65 | |
| Envío de provincia (Lima) | Kg | 1 | S/ 10.00 | S/ 10.00 | |
| Plastificante Sikament 290N | Gln | 0.2915 | S/ 47.00 | S/ 13.70 | |
| Pasaje | Viaje | 2 | S/ 2.00 | S/ 4.00 | |
| Costos unitarios para 1m³ de concreto patrón + 0.09% de polvo de grafito | | | | | |
| Materiales | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial | TOTAL |
| Cemento | bls | 8.64 | S/ 26.30 | S/ 227.23 | S/ 317.25 |
| Transporte de cemento | viaje | 1 | S/ 5.00 | S/ 5.00 | |
| Agregado fino | m ³ | 0.32 | S/ 47.00 | S/ 15.04 | |
| Agregado grueso | m ³ | 0.35 | S/ 64.90 | S/ 22.72 | |
| Flete por agregados | Viaje | 2 | S/ 8.00 | S/ 16.00 | |
| Agua | m ³ | 0.198 | S/ 3.00 | S/ 0.59 | |
| Polvo de grafito al 0.09% | Kg | 0.33 | S/ 9.00 | S/ 2.97 | |
| Envío de provincia (Lima) | Kg | 1 | S/ 10.00 | S/ 10.00 | |
| Plastificante Sikament 290N | Gln | 0.2915 | S/ 47.00 | S/ 13.70 | |
| Pasaje | Viaje | 2 | S/ 2.00 | S/ 4.00 | |

ANEXO 9: TURNITIN



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del
concreto adicionando polvo de grafito, Chiclayo - 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Dr. Santisteban Tepo, Marco Raúl
<https://orcid.org/0000-0001-7673-1186>

ASESOR:

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto

Resumen de coincidencias

25 %

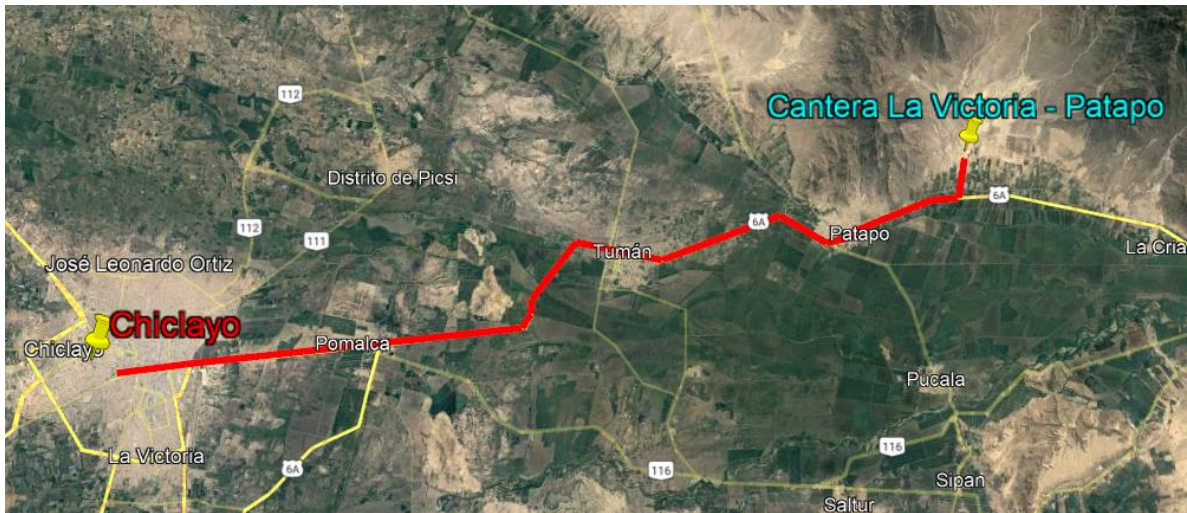
| | | | |
|---|---|-----|---|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 3 % | > |
| 2 | Entregado a Universida... Trabajo del estudiante | 2 % | > |
| 3 | repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % | > |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1 % | > |
| 5 | repositorio.unasam.ed... Fuente de Internet | 1 % | > |
| 6 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % | > |
| 7 | repositorio.uss.edu.pe | 1 % | > |

ANEXO 10: NORMATIVA

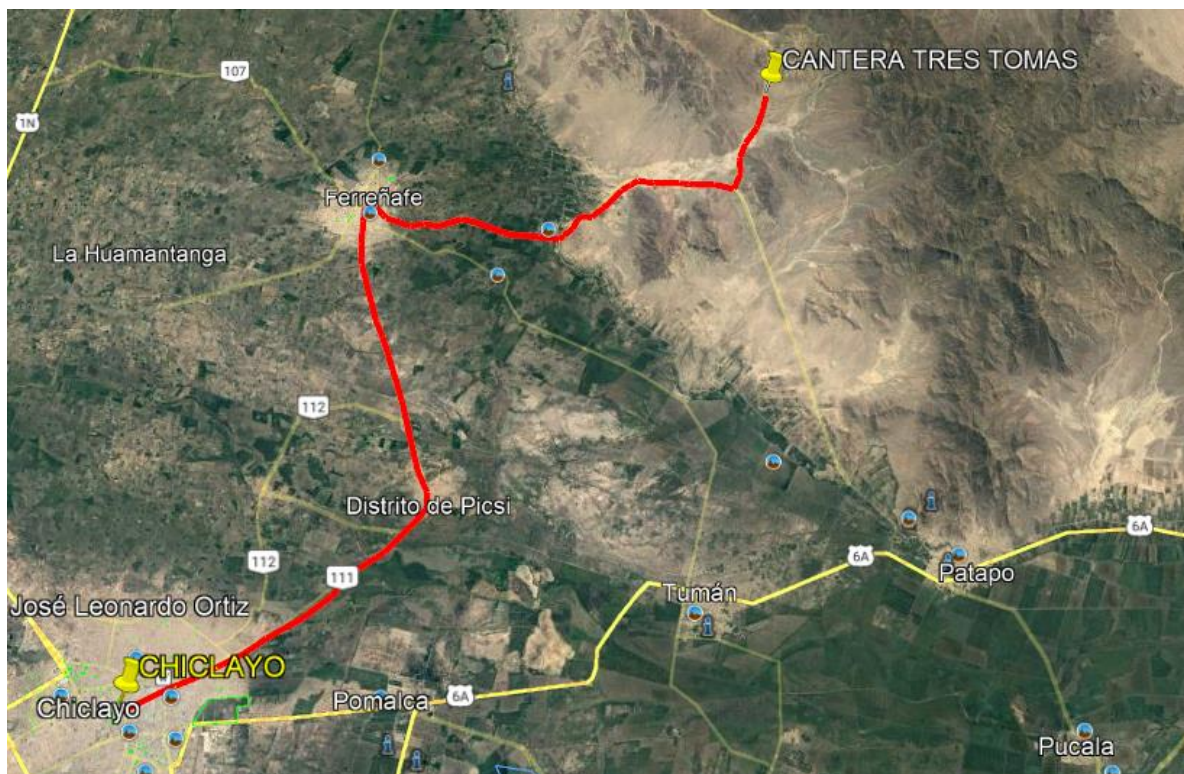
| CARACTERÍSTICA | NORMATIVA |
|----------------------------------|--|
| GENERALIDADES | REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - E.060 |
| DISEÑO DE MEZCLA | NORMA E.060-2009 - CONCRETO ARMADO |
| | NORMA ACI 211.1 |
| | NTP 339.088-2006 - AGUA PARA CONCRETO |
| | NTP 400.010-2020 - EXTRACCION Y PREPARACION DE MUESTRAS |
| ENSAYO DE AGREGADO FINO | NORMA ASTM C33 - AGREGADOS PARA CONCRETO AGREGADO GRUESO Y FINO |
| | NTP 400.037-2014 - LIMITE SUPERIOR-INFERIOR, AGREGADO FINO PAG.8 Y GRUESO PAG.13 |
| | NTP 400.012-2018 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS |
| | NTP 400.017-2020 - PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS |
| | NTP 400.022-2018 - DENSIDAD, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO |
| ENSAYO DE AGREGADO GRUESO | NORMA ASTM C33 - AGREGADOS PARA CONCRETO AGREGADO GRUESO Y FINO |
| | NTP 400.037-2014 - LIMITE SUPERIOR-INFERIOR, AGREGADO FINO PAG.8 Y GRUESO PAG.13 |
| | NTP 400.012-2018 - ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS |
| | NTP 400.017-2020 - PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS |
| | NTP 400.019-2002 - ABRASION MAQUINA DE LOS ANGELES |
| | NTP 400.021-2020 - DENSIDAD, PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO |
| | NTP 339.185-2013 - CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS |

| CARACTERÍSTICA | NORMATIVA |
|---|--|
| ENSAYO DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO | NORMA ACI_318-11 - PROBETAS A MUESTREAR 10X20 O 15X30. PG 76 - 5.6.3.2 |
| | NORMA ASTM C31 - ELABORACION DE CILINDROS DE CONCRETO |
| | NORMA ASTM C39 - ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO |
| | NORMA ASTM C470 - TAMAÑO DE MOLDES |
| | NORMA ASTM C511 - POZAS DE CURADO |
| | NTP 339.183 - ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN CAMPO |
| | NTP 339.034-2015 - ENSAYO COMPRESION |
| | NTP 339.078-2012 - FLEXION |
| | NTP 339.078-2017 - RESISTENCIA A LA FLEXION |
| NTP 339.084-2017 - RESISTENCIA A LA TRACCION | |
| ENSAYO PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO | NORMA ASTM C143 - SLUMP |
| | NORMA ASTM C172 - MUESTRAS DE CONCRETO |
| | NTP 334.009-2013 - CEMENTOS |
| | NTP 334.082-2008 - CEMENTOS |
| | NTP 339.035-2015 - SLUMP |
| | NTP 339.046-2019 - DENSIDAD DEL CONCRETO, CONTENIDO DE AIRE |

ANEXO 11: MAPAS Y PLANOS



Vista satelital de ubicación de la cantera La Victoria – Patapo



Vista satelital de ubicación de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe



Vista satelital de ubicación de la cantera Cojal – Cayaltí



Vista satelital de ubicación de la cantera Arica – Nueva Arica

ANEXO 12: PANEL FOTOGRÁFICO



Tamizado del agregado grueso



Peso de los agregados



Peso del agregado grueso en canastilla para determinar el peso específico



Ensayo del cono de abrams para el agregado grueso (determinación del estado de saturado superficialmente seco)



Peso unitario suelto de los agregados



Peso unitario compactado de los agregados



Peso unitario de los agregados



Pesaje de los agregados para la elaboración de concreto



Pesaje del cemento y agua para el mezclado



Pesaje del polvo de grafito según las dosificaciones



Mezclado en seco de los componentes del concreto



Incorporación de agua y aditivo a la mezcla de concreto



Medición del asentamiento del concreto



Determinación de la densidad del concreto fresco



Determinación de contenido de aire del concreto fresco



Moldeo de probetas



Elaboracion de probetas cilíndricas y prismáticas



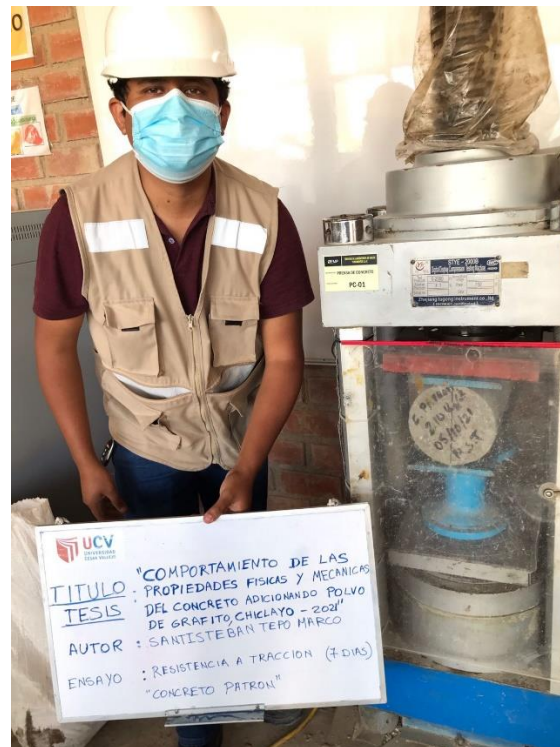
Curado del concreto



Medición de probeta con la ayuda del instrumento pie de rey



Ensayo de resistencia a compresión



Ensayo de resistencia a tracción



Rotura a tracción por compresión diametral



Resistencia a la flexión y rotura dentro del tercio central