



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Análisis de las propiedades del concreto hidráulico
 $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación
de nanotubos de carbono, Lima 2023**

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

AUTOR:

Cortez Castro, Juan Alberto (orcid.org/0000-0002-6768-0923)

ASESORA:

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (orcid.org/0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Le dedico a mi madre que es mi mayor motivo y apoyo con sus enseñanzas y valores los cuales he podido aprender y realizarlo en mi vida diaria.

A mi padre que con conocimientos y experiencias me llevaron por el buen camino de la vida.

A mi pareja que en todo momento siempre me apoyo.

A mi profesora que con sus enseñanzas y conocimiento he podido terminar la tesis.

A la universidad que con las enseñanzas de cada profesor en las materias me ayudaron a realizar mis mejores metas.

Agradecimiento

Agradezco en mis padres, que son las dos personas que más me han ayudado a seguir con este proceso muy importante de mi carrera profesional, luego a mi pareja que me apoya en las ganas de seguir adelante en los momentos importantes de mi vida, y además a los profesores en especial a mi asesora de tesis, que me han ayudado en todo lo largo de la carrera profesional con las enseñanzas que cada materia me pudo ayudar para poder completar mi carrera profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023", cuyo autor es CORTEZ CASTRO JUAN ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 13 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID: 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 13- 12-2023 14:34:11

Código documento Trilce: TRI - 0695538



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CORTEZ CASTRO JUAN ALBERTO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JUAN ALBERTO CORTEZ CASTRO DNI: 40536013 ORCID: 0000-0002-6768-0923	Firmado electrónicamente por: JCORTEZCA31 el 13- 12-2023 10:38:47

Código documento Trilce: TRI - 0695540

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	22
4.2. Trabajos preliminares.....	23
4.3. Propiedades físicas del nanotubo de carbono.....	39
4.4. Desarrollo por objetivos.....	40
V. DISCUSIÓN.....	59
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS.....	70

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de número de especímenes necesarias para las propiedades físicas.....	15
Tabla 2. Resumen de número de especímenes necesarias para las propiedades físicas.....	15
Tabla 3. Resumen de número de especímenes necesarias para la verificación de Resistencia a la compresión.....	15
Tabla 4. Resumen de número de especímenes necesarias para la verificación de resistencia al flexo tracción	16
Tabla 5. Técnicas de instrumento de investigación.....	18
Tabla 6. Escala del coeficiente Kappa.....	19
Tabla 7. Resultado de Granulometría	25
Tabla 8. Ensayo peso unitario (<i>agregados finos</i>) de masa suelta según ASTM C29/C29M-17a.....	23
Tabla 9. Ensayo pesos unitarios de los agregados fino de masa compactada según ASTM C29/C29M-17 ^a (arena fina)	27
Tabla 10. Se muestra los ensayos (agregados fino) según ASTM C128-15	29
Tabla 11. Ensayo de absorción del agregado según ASTM C128-15	29
Tabla 12. Contenido de humedad (agregado fino) según ASTM C566-9	31
Tabla 13. Método de ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso, según ASTM C136/C136M-14	32
Tabla 14. Ensayo de peso unitario del agregado grueso de masa suelta, según ASTM C29 / C29M-17 ^a	33
Tabla 15. Ensayo de peso unitario del agregado grueso de masa compactada según ASTM C29/C29M-17 ^a	34
Tabla 16. . Ensayos de peso específico de los agregados (grueso), según ASTM C128-15	36
Tabla 17. Resultado de laboratorio absorción del agregado grueso según ASTM C128-15	37
Tabla 18. Contenido de humedad de agregado grueso según ASTM C566-9	38

Tabla 19. Cuadro de Resultado de Slump según la norma (NTP 339.035-2009)	39
Tabla 20. Método de ensayo de temperatura de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, según la norma ASTM C1064 / C1064M-17	42
Tabla 21. Método de ensayo de permeabilidad de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, según la norma ASTM C1701, Adicionando de NTC.	43
Tabla 22. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días de rotura de probetas.	44
Tabla 23. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días de rotura de probetas.	46
Tabla 24. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días de rotura de probetas.	47
Tabla 25. Ensayo de la resistencia a flexo tracción a los 28 días de roturas de probetas	48
Tabla 26. Porcentaje óptimo de trabajabilidad	50
Tabla 27. Porcentaje óptimo de temperatura.	51
Tabla 28. Porcentaje óptimo de permeabilidad.	52
Tabla 29. Porcentaje óptimo de resistencia a compresión	54
Tabla 30. Porcentaje óptimo de resistencia a flexo tracción	55

Índice de figuras

Figura 1. Mapa político del peru.....	22
Figura 2. Mapa político del departamento de lima.....	22
Figura 3. Distrito de Puente Piedra	22
Figura 4. Carretera Panamericana Norte en Puente Piedra	22
Figura 5. Envase de nanotubo de carbono.....	23
Figura 6. Vaciado en bandeja del nanotubo de carbono	23
Figura 7. Recolección de Agregado Grueso	24
Figura 8. Recolección de Agregado Grueso	24
Figura 9. Cuarteo de material, agregado fino (arena gruesa).....	24
Figura 10. Análisis Granulométrico de agregado fino.....	24
Figura 11. Curva Granulométrica (arena fina).....	26
Figura 12. Peso suelto de agregado fino	27
Figura 13. Promedios de peso compactado	28
Figura 14. Peso específico, agregado fino (arena gruesa).....	28
Figura 15. Agregado fino (arena gruesa)	28
Figura 16. Peso específico de agregado fino	29
Figura 17. Porcentaje de absorción del agregado fino	30
Figura 18. Ensayo de humedad.....	30
Figura 19. Colocación de horno	30
Figura 20. Porcentaje de absorción del agregado	31
Figura 21. Cuarteo de material, agregado Grueso	32
Figura 22. Peso Unitario, agregado grueso	32
Figura 23. Curva Granulométrica (Agregado Grueso).....	33
Figura 24. Peso suelto de agregado grueso	34
Figura 25. Peso compactado de agregado fino	35
Figura 26. Peso específico, agregado grueso	35
Figura 27. Peso específico, agregado	35
Figura 28. Peso específico de agregado grueso	36
Figura 29. Variación de porcentaje de porcentaje de absorción	37
Figura 30. Colocando en la bandeja el agregado	38
Figura 31. Colocación en el horno	38

Figura 32 Porcentaje de (absorción del agregado fino).....	38
Figura 33. Probetas dosificación con nanotubo 14.5%.....	39
Figura 34. Probetas dosificación con nanotubo 11.5%.....	39
Figura 35. Slump según dosificación de nanotubo de carbono14.5%	40
Figura 36. Slump según dosificación de nanotubo de carbono11.5%.....	40
Figura 37. Porcentaje de Asentamiento con adición de NTC	41
Figura 38. Toma de temperatura a la mezcla de concreto	41
Figura 39. Resultados de toma de temperatura en el concreto.	41
Figura 40. Porcentajes de medidas de temperatura a las adiciones de Nanotubos de carbono	42
Figura 41. Ensayo de permeabilidad de las muestras	43
Figura 42. Ensayo de permeabilidad de las distintas muestras	43
Figura 43. Porcentaje de permeabilidad con adiciones de Nanotubos de carbono.	43
Figura 44. Realización de la prueba	44
Figura 45. Rotura de probetas	44
Figura 46. Promedio en porcentajes a la resistencia a la compresión a los 7 días	45
Figura 47. Realización de pruebas a 14 días	45
Figura 48. Ensayo a la resistencia a la compresión a los 14 días	45
Figura 49. Vista de los porcentajes a los 14 días	46
Figura 50. Ensayo a la resistencia a la compresión a los 28 días	47
Figura 51. Imagen de rotura a los 28 días	47
Figura 52. Porcentajes de muestras a los 28 días	47
Figura 53. Ensayo a la resistencia a la flexo tracción a los 28 días	48
Figura 54. Ensayo a la resistencia a la flexo tracción a los 28 días	48
Figura 55. Porcentajes a resistencia a flexo tracción a los 28 días	49
Figura 56. Porcentaje óptimo de trabajabilidad	49
Figura 57. Porcentaje óptimo de temperatura con adición de Nanotubo de Carbono	51
Figura 58. Porcentaje óptimo de permeabilidad en concreto con adición el NTC	52

Figura 59. Porcentaje óptimo de resistencia compresión con adición de nanotubo de carbono54

Figura 60. Porcentaje óptimo de resistencia a flexo tracción con adición de nanotubo de carbono.....54

Resumen

De acuerdo a la demanda de pistas o carreteras a nivel local y global y a los constantes deterioros de las carreteras, se plantea la mejora adicionando nanotubos de carbono al concreto hidráulico así sea más resistente con el paso del tiempo. El objetivo general de analizar las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en los pavimentos rígidos. Además, la técnica es tipo aplicada de un diseño cuasiexperimental, donde realizamos ensayos físicos (trabajabilidad, temperatura, permeabilidad) y mecánicos (compresión, flexo tracción). Para lo cual se utilizó 84 especímenes (probetas y viguetas), Adicionando nanotubos de carbono en porcentajes de 11.5%, 13% y 14.5% para un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para las propiedades físicas se obtuvieron en trabajabilidad varia de 3" a 4" con las dosificaciones indicadas, en permeabilidad al 13% es menos permeable, en mayor porcentaje se hace más permeable. Además, para las propiedades mecánicas en resistencia a compresión y flexo tracción a los 28 días llego a 357kg/cm^2 y 142kg/cm^2 respectivamente siendo las mayores resistencias obtenidas con adición de NTC al 13%. La incorporación de nanotubo de carbono influye positivamente en el concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, respetando los porcentajes indicados en los ensayos.

Palabras clave: Nanotubo de carbono, Compresión, Flexo tracción, Concreto hidráulico.

Abstract

According to the demand for tracks or roads at a local and global level and the constant deterioration of roads, the improvement is proposed by adding carbon nanotubes to hydraulic concrete so that it becomes more resistant over time. The general objective of analyzing the properties of hydraulic concrete $f'c=280\text{kg/cm}^2$ in rigid pavements. Furthermore, the methodology is an applied type of quasi-experimental design, where we carry out physical (workability, temperature, permeability) and mechanical (compression, flexural and traction) tests. For which 84 specimens (specimens and joists) were used, adding carbon nanotubes in percentages of 11.5%, 13% and 14.5% for non-probabilistic sampling for convenience. For the physical properties, workability varies from 3" to 4" with the indicated dosages, in permeability at 13% it is less permeable, at a higher percentage it becomes more permeable. Furthermore, for the mechanical properties in resistance to compression and flexural traction at 28 days it reached 357kg/cm^2 and 142kg/cm^2 respectively, the highest resistances obtained with the addition of 13% NTC. The incorporation of carbon nanotubes positively influences hydraulic concrete $f'c=280\text{kg/cm}^2$ in rigid pavements, respecting the percentages indicated in the tests.

Keywords: Carbon nanotube, Compression, Flexo traction, Hydraulic concrete.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la creciente demanda de infraestructuras de transporte eficientes y duraderas ha impulsado la investigación del desarrollo de materiales de construcción más resistentes y sostenibles. Un enfoque es la adición de nanomateriales (NTC) en el hormigón para mejorar sus propiedades mecánicas y térmicas. En este sentido, afirman que al adicionar nanomateriales en el concreto ha demostrado tener un impacto positivo en su rendimiento, mejorando las características como la resistencia a la compresión, a flexo tracción y durabilidad en general. (Metaxa et al, 2019)

En el contexto nacional, la Panamericana Norte es una de las carreteras más importantes del país, conectando varias regiones y siendo vital para el transporte de bienes y personas. Sin embargo, el estado de la carretera no es óptimo en varios tramos debido al desgaste y las condiciones climáticas adversas. Para ello se indican que el deterioro de los pavimentos en la Panamericana Norte es un problema crítico que afecta la seguridad vial y la eficacia del tránsito, lo que resalta la necesidad de buscar soluciones innovadoras en perfeccionar la calidad y resistencia de los pavimentos en las vías. (Rojas et al, 2020),

A nivel local, la aplicación de nanotubo de carbono en el concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ puede proporcionar una solución efectiva para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas de pavimentos (Jacinto, Yovana 2022). Esta mejora en las propiedades de los pavimentos podrá reducir el mantenimiento y las reparaciones necesarias, ahorrar costos a largo plazo y aumentar la seguridad y eficiencia del transporte en la región (Jacinto, Yovana 2022). Así mismo podemos identificar el problema de las carreteras en la panamericana norte ubicada en el distrito de puente piedra que por el constante tránsito de vehículos estos generan grandes esfuerzos al pavimento, a lo cual se propone mejorar las resistencias con la incorporación de nanotubo de carbono al concreto hidráulico.

Por consiguiente, la problemática frecuente que se enfrenta la actual investigación es: ¿Cómo afecta la incorporación de nanotubo de carbono en el concreto

hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, pavimentos rígidos? Las cuestiones particulares por tratar abarcan la determinación del grado en el que la inclusión del nanotubo de carbono potencia en la mejora a la compresión, a la flexión, la permeabilidad y la resistencia a la abrasión del concreto hidráulico. En ese sentido se plantean las siguientes problemáticas generales: ¿Cómo influye en las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono?, ¿Cómo influye en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos la incorporación de nanotubos de carbono? y finalmente ¿Qué porcentaje de nanotubos de carbono es el adecuado para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$?

La justificación teórica de esta investigación radica en la necesidad de encontrar soluciones innovadoras que puedan ayudar a mejorar las propiedades del hormigón y, en última instancia, aumenten la durabilidad y eficiencia de los pavimentos. La justificación práctica se basa en la importancia de la Panamericana Norte para el transporte de bienes y personas, y cómo la mejora de sus pavimentos puede impactar positivamente en la economía y la seguridad vial.

La justificación social de esta investigación se debe a que la mejora en las propiedades de los pavimentos en la Panamericana Norte puede reducir el mantenimiento y las reparaciones necesarias, ahorrar costos a largo plazo y aumentar la seguridad y eficiencia del transporte en la región. La justificación metodológica radica en la utilización de un enfoque cuantitativo y un diseño experimental-cuasi experimental que permita evaluar de manera objetiva y precisa los efectos de agregar nanotubos de carbono en el concreto hidráulico.

Se formula el siguiente objetivo general de analizar las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023. Así mismo, se formulan los siguientes objetivos específicos. Primero, se busca conocer las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono. Segundo, conocer las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de

carbono. Finalmente, determinar el porcentaje adecuado de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

La hipótesis general presentada en esta investigación postula a la incorporación de nanotubo de carbono influye positivamente en el concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Lima 2023, produce una mejora notable en sus propiedades físicas y mecánicas. En paralelo, se propone como hipótesis específicas que la incorporación de nanotubo de carbono influye de manera notable en la mejoría de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimento rígido. Además, la incorporación de nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos. Finalmente, se tiene como hipótesis que el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales a Quispe Jacinto, Ruth Yovana (2022) que realizó el estudio con el propósito de evaluar la influencia de los nanotubos de carbono (NTC) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm² para pavimentos rígidos (Jacinto, Yovana 2022). Para ello, empleó la metodología de tipo aplicada con enfoque cuantitativo de diseño experimental-cuasi experimental (Jacinto, Yovana 2022). Los ensayos se realizaron con dosificaciones de NTC de 0%, 5%, 10% y 15%, y los resultados demostraron aumentos en las resistencias a compresión, flexotracción y en la permeabilidad del hormigón con adiciones de NTC, mientras que la abrasión presentó una mínima influencia (Jacinto, Yovana 2022). La investigación concluyó que al incorporar NTC en el concreto contribuye a mejorar de manera significativa sus propiedades mecánicas y físicas, lo que resulta especialmente relevante en la elaboración de pavimentos rígidos (Jacinto, Yovana 2022).

Por otro lado, Osco Pompilla, Jean Carlos (2022) que realizó el Análisis de la resistencia de los NTCs al concreto tradicional en componentes estructurales de construcciones en Lima. (Osco, Jean 2022). Por ello, empleó un método científico, metodología observacional específica, diseño aplicado y pre-experimental con nivel de investigación interpretativa. Aplicación del diseño experimental-cuasi-experimental de métodos cuantitativos. (Osco, Jean 2022). Según este estudio, el hormigón normal con un 1% de nanotubos de carbono tiene un efecto beneficioso y es ideal para aumentar las resistencias a compresión en 352,60kg/cm², mientras que a la flexión aumentó en 5 MPa (50,99 kg/cm²). Para concreto regular (patrón), un asentamiento de 2.5 pulgadas tiene un efecto aceptable en la trabajabilidad (Osco, Jean 2022). El estudio concluyó que las resistencias a compresión y flexión estaban en línea a los supuestos propuestos, ya que se encontró un incremento relevante en la resistencia. No se encontró ningún aumento apreciable en la trabajabilidad.

Por otro lado, en su estudio documental y bibliográfico, Galán Mary, Nieto Marco (2021) su estudio fue como influencio el adicionamiento de Nanotubos de Carbono (NTC) al combinar el concreto. Se menciona que NTCs tiene un gran espacio propio cuando afecta al núcleo del hormigón cambiando los silicatos de calcio hidratado,

ocasionando mejor adherencia y el incremento de la compactibilidad del hormigón. Probar la validez del aumento de NTC en el desempeño del hormigón se fabricó 2 muestras de combinaciones, 1 con NTCs - 0%, 2 con incorporar de NTCs (0.05%, 0.10% y 0.15%) En primer lugar lo identificaron y valoró el desarrollo de dispersión de NTCs en adiciones de hormigón usando superplastificante y efectuando la sonicación del procedimiento en mención. Igualmente, ejecutaron pruebas de Slump, de resistencias a compresión, tracción, flexión y la prueba a permeabilidad, a la resistencia a la compresión para diversos porcentajes de agregar NTCs. Ahí, se puede observar que al cambiar de edad de 7 días a 28 días, la compresión de diferentes muestras de concreto, obteniéndose en el día 28 para el ejemplar NTC - 0.15, el valor de 463.9 Kg/cm², diferenciado con 410Kg/cm² del ejemplar NTC-0, lo que refiere a un 11.6 % más de resistencia.

Seguidamente entre los antecedentes internacionales como, (Zhang et al. 2023). realizaron una investigación profunda sobre el concreto con nanotubos de carbono (CNTC), demostrando que los CNT pueden cumplir varias funciones en el concreto, tales como puenteo de grietas en la matriz, llenado de poros internos y promoción de la reacción de hidratación del cemento (Zhang et al. 2023). Además, se exploraron diferentes modos de dispersión de los CNT y se analizó la trabajabilidad de CNTC. Sucedieron revisiones sistemáticas de las cualidades mecánicas del CNTC, incluyendo resistencias a compresión, a tracción, a flexión y rendimiento dinámico ante el impacto. También se revisó la durabilidad del CNTC, incluyendo las resistencias a la penetración de cloruros, a la carbonatación, a los sulfatos, impermeabilidad, a altas temperaturas y a ciclos de congelación-descongelación (Zhang et al. 2023). Se evidenció que los CNT con grupo OH y niquelados ejercen una mejoría considerable en las propiedades mecánicas, y que los CNTs funcionalizados con COOH y más cortos aumentan significativamente la resistencia al impacto dinámico del concreto de ultra alto rendimiento (Zhang et al. 2023). Los CNT optimizan la estructura interna de poros y mejoran la zona de transición de la interfaz (ITZ) para incrementar la durabilidad. A su vez, el CNTC demuestra mantener una buena calidad a altas temperaturas, y su estructura interna cambia a una nueva forma a 600 °C (Zhang et al. 2023).

Por otro lado, Lopes, J.P., Ferrari, V.J., Camões, A., Souza, A., Fangueiro, R. (2022) investigaron el empleo de nanotubo de carbono en el concreto reforzado de fibras en acero (CRFA) con el objetivo de mejorar la respuesta mecánica post-fisuración y la resistencia a compresión axial y flexional. El hormigón es un agregado ampliamente utilizado en la construcción, principalmente debido a su bajo costo, resistencia y abundancia de investigaciones. Sin embargo, presenta baja resistencia a la tracción y capacidad de deformación limitada. El concreto reforzado con fibras, desarrollado en los años 60, ofrece una mejor resistencia después de la fisuración, pero esta adición de fibras no tiene efecto en el comportamiento del concreto antes de la carga máxima. Los avances en nanotecnología han permitido el uso de nanotubos de carbono como refuerzo en la matriz de cemento, actuando a nivel de su nanoestructura. Los resultados del análisis revelaron que los nanotubos de carbono reducen la absorción de agua y mejoran la movilidad de las mezclas en estado fresco, así como incrementan la resistividad a la compresión axial y flexional del hormigón y del CRFA.

Por otro lado, Saugo Ribeiro, André (2023) investigó la alternativa para disminuir el consumo de cemento portland en el hormigón: El uso de nanotubos de carbono los cuales pueden ser de pared simple (NTCPS) o de pared múltiple (NTCPM), siendo el último el más común en el mercado, el presente estudio tuvo como objetivo utilizar NTCPM para producir concreto con un consumo reducido de cemento Portland sin cambiar su resistencia a la compresión a los 28 días. Se encontró que el nivel ideal para reducir el consumo de cemento Portland era del 10%, con lo cual se produjeron hormigones con tres relaciones a/c diferentes para analizar mejor su comportamiento. Además del hormigón de referencia (REF) y del hormigón con NTCPM con una disminución en consumo del 10% de cemento Portland (S10), se produjeron hormigones con NTCPM sin aplicar reducción en el consumo de cemento Portland (MWCNT) y con una reducción en el consumo de cemento con contenido ideal para reducir el consumo de cemento Portland sin NTCPM (SW10). (Saugo, André 2023).

Los artículos de esta investigación según, García et al. (2019) los resultados alcanzados mostraron que la inclusión de NTC a las combinaciones de hormigón mejoró significativamente la resistencia a la compresión, y permeabilidad y la

resistividad al desgaste del material. La indagación se realizó a cabo mediante el enfoque experimental, usando un diseño de mezcla factorial y la medición de diversas propiedades mecánicas del concreto. Estos resultados respaldan la hipótesis general de nuestra investigación sobre la influencia positiva en nanotubo de carbono en el mejoramiento de las características mecánicas y térmicas del hormigón hidráulico.

Por otro lado, Sohaib Nazar et al. (2023) estudiaron la aplicación de nanotecnología en materiales cementantes para mejorar su rendimiento, utilizando específicamente nano sílice (NS) y nanotubos de carbono (CNTs) (Nazar et al. 2023). Esta investigación se centró en desarrollar modelos de aprendizaje automático (MLA) predice la resistencia a la compresión de la combinación de concreto modificado con estos nanomateriales. Los resultados, validados a través de la validación cruzada K-fold, demostraron que los modelos de bosque aleatorio (RFA) eran más precisos y eficientes que los de árbol de decisión (DTA). Esta investigación mostró la eficacia de los métodos de aprendizaje automático para prever el comportamiento del hormigón enriquecido con NS y CNTs (Nazar et al. 2023).

Según el estudio de Pawel Sikora y sus colegas (2019) se embarcaron en una investigación para examinar el resultado de los nanotubos de carbono y las estructuras de núcleo-cubierta de nanotubos de carbono-sílice en el comportamiento de mezclas de cemento sometidas a altas temperaturas (300, 450 y 600 °C). El estudio empleó NTCs de paredes múltiples (MWCNTs) recubiertos en una capa de nano sílice (NS) para formar una nanoestructura de núcleo-cubierta (MWCNT/NS). Los resultados mostraron que la incorporación de una cantidad óptima (0.125 wt.-%) de MWCNT/NSs mejora significativamente las características de las pastas de cemento, tanto calientes y frías, en comparación con la incorporación de MWCNTs. Sin embargo, superar la cantidad óptima de MWCNTs y MWCNT/NSs puede llevar a una aglomeración del nanomaterial, disminuyendo la resistencia térmica de las pastas de cemento.

En un análisis elaborado por Huang et al. (2022), investiga cómo afecta el agregar NTCs a las mezclas de concreto. Se agregan a las mezclas una serie de experimentos en combinaciones de adicionar concreto con varios porcentajes en

pesos de NTC (0 %, 0,025 %, 0,050 % y 0,075 %), se investigan las características de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Huang et al. (2022).

Un estudio realizado por Chen et al. (2019) investigó los resultados de agregar NTC en durabilidad del hormigón. La investigación lo llevó a cabo mediante un enfoque experimental y la medición de diversas propiedades mecánicas y físicas del concreto. Los resultados indicaron que la adición de nanotubos de carbono mejoró significativamente la durabilidad del material. Estos hallazgos son relevantes para la mejora de la calidad del pavimento y se reducen los costos del mantenimiento.

Por otro lado, un estudio de Baek et al. (2021) encontró que al incorporar NTCs a las mezclas de concreto mejoró significativamente la resistencia a la fatiga del material. El análisis se realizó por medio de un enfoque experimental y la medición de diversas propiedades mecánicas del concreto. Los resultados mostraron que al incorporar nanotubos de carbono mejoró de un modo significativo la resistencia a la fatiga del concreto, lo que indica su potencial para mejorar la durabilidad de los pavimentos.

La teoría sobre la dosificación de nanotubos de carbono (NTCs) en hormigón es un área del estudio cada vez más importante en el campo de la nanotecnología aplicada a la ingeniería civil. En ese sentido, es importante mencionar que los NTCs, debido a la gran relación de área superficie-volumen y su excepcional resistencia, pueden interactuar con la matriz de cemento a nivel nanométrico, que puede conducir a una mejora significativa de las cualidades mecánicas del concreto. Sin embargo, la dosificación de NTCs en el concreto es un tema complejo. Una dosificación excesiva podría resultar en aglomeración, lo que podría reducir la efectividad de los NTCs. Además, los NTCs son materiales caros, por lo que es crucial encontrar una dosificación óptima que maximice las mejoras en las propiedades del concreto mientras se mantienen los costos al mínimo (KONSTAGDOUTOS, Metaxa y Shah, 2010).

La teoría sobre las características técnicas del concreto postula que factores como la densidad, la resistividad eléctrica y diámetro que son esenciales para su rendimiento en diversas aplicaciones y pueden ser significativamente influenciados por la incorporación de nanotubos de carbono (NTCs) (Neville, Brooks 2010). De

acuerdo a esta teoría, la incorporación de NTCs puede aumentar la dureza del concreto al fortalecer la matriz de cemento y restringir el movimiento de los granos de cemento bajo carga. Este aumento en la dureza puede mejorar las resistencias del hormigón en abrasión y desgaste, lo que es especialmente relevante en aplicaciones de pavimentación y en superficies expuestas a cargas de tráfico pesado. Finalmente, la teoría sostiene que los NTCs pueden aumentar la flexibilidad del concreto al mejorar su resistencia a la tracción. Esto es particularmente relevante en aplicaciones donde el concreto está sujeto a cargas de tracción, como en losas y vigas. El crecimiento de la resistencia a la tracción podría permitir utilizar secciones de concreto más delgadas y diseños más eficientes desde el punto de vista material (Neville, Brooks 2010).

Los conceptos relacionados con la variable 1, los nanotubos de carbono (NTCs), son fundamentales para entender su aplicación en diversos campos. Según Saito, Dresselhaus, & Dresselhaus (1998), los NTCs son estructuras cilíndricas de carbono con una resistencia a la tensión que puede ser hasta 100 veces mayor que la del acero y una densidad que es aproximadamente seis veces menor. Esto, junto con su excelente conductividad térmica y eléctrica, hace que sean ideales para una variedad de aplicaciones en electrónica y materiales compuestos. Además, Baughman, Zakhidov, & de Heer (2002) destacan que los NTCs poseen propiedades únicas de cambio de forma.

De la dosificación de NTCs en concreto a 0%, 11.5%, 13%, y 14.5% son cruciales para comprender sus efectos en las propiedades del material. Según Li, Wang & Zhao (2005), una dosificación de 0% se refiere a un concreto sin NTCs, utilizado como referencia para comparar los efectos de agregar NTCs. Por otro lado, una dosificación de 11.5%, 13%, y 14.5% representa la cantidad de NTCs agregados en relación con el peso del cemento en la mezcla. Se ha observado que estas dosificaciones mejoran significativamente los atributos mecánicos del hormigón, incluyendo su dureza en compresión y tracción, aunque también pueden aumentar su densidad y cambiar su comportamiento térmico (Li et al., 2005).

En cuanto a las características técnicas de los NTCs, es importante considerar su densidad, resistividad eléctrica y diámetro. De acuerdo con Baughman, Zakhidov, & de Heer (2002), los NTCs son extremadamente duros y fuertes, con una

resistencia a la tracción hasta 100 veces mayor que el acero. También tienen una excelente conductividad térmica, lo que puede mejorar la resistencia del concreto al fuego y su capacidad para disipar el calor. Finalmente, los NTCs son altamente flexibles debido a su estructura de carbono enlazada, lo que les permite deformarse sin romperse y recuperar su forma original después de ser liberados de la tensión (Baughman et al., 2002).

Según lo descrito por Mehta y Monteiro (2014), el concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ hace referencia a la variedad de concreto con una resistencia característica de compresión de 280 kilogramos por centímetro cuadrado, adecuado para la mayoría de los estudios en pavimentación rígida. En conclusión, Mindess, Young, y Darwin (Mindess, Young, Darwin 2003) indican que las propiedades del concreto pueden ser potenciadas mediante la inclusión de NTC, aumentando su fortaleza a compresión y flexión, además de su durabilidad y fortaleza a la fisuración.

Propiedades físicas del concreto, como la trabajabilidad, temperatura y permeabilidad, son esenciales para comprender su desempeño en diferentes entornos. Según Neville (2010),. En cuanto a la temperatura, el concreto tiene una baja conductividad térmica, lo que significa que es resistente a los cambios de temperatura y puede resistir el fuego durante cierto tiempo. La permeabilidad del concreto, por otro lado, se dice a la capacidad de permitir el paso de agua o de otros líquidos. Una baja permeabilidad es deseable para prevenir la infiltración de agua y la posterior degradación del material (Neville, Brooks 2010).

En lo que respecta a las propiedades mecánicas, tenemos a la resistencia a la compresión y a la flexotracción son de particular importancia. De acuerdo con Mindess, Young, & Darwin (2003), la resistencia a la compresión es la suficiencia del hormigón para resistir pesos que pueden comprimirlo o acortarlo, y es la propiedad más comúnmente medida y especificada del concreto. Por otro lado, la resistencia a la flexotracción es la suficiencia que posee el hormigón para resistir cargas que tienden a flexionarlo o doblarlo. Esta es una propiedad importante en aplicaciones donde el concreto está sometido a cargas de flexión, como en vigas y losas (Mindess et al. 2003).

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

Según lo expresado por Babbie (2010), "la investigación aplicada tiene como objetivo resolver un problema práctico y a menudo implica la decisión de una línea de acción". En base a este enunciado, la tesis titulada "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubo de carbono, Lima 2023" puede ser clasificada como una investigación aplicada. Esto se debe a que su objetivo general y objetivos específicos están orientados hacia la resolución de una problemática concreta: mejorar las características del concreto hidráulico a través de adicionar NTC. Para lograr esto, se necesita conocer y entender las características físicas y mecánicas del hormigón con nanotubos de carbono, y posteriormente concluir el porcentaje óptimo de nanotubos de carbono que potencie dichas propiedades.

3.1.2 Diseño de investigación:

Campbell y Stanley (1968) definen el diseño experimental como aquel que implica una manipulación activa del investigador para controlar y medir las variables independientes, y así observar el efecto en las variables dependientes (p. 5). Por otro lado, definen el diseño cuasiexperimental como un diseño en el que la asignación de participantes a condiciones de tratamiento no es completamente aleatoria.

En la presente investigación, El objetivo es analizar las propiedades del hormigón hidráulico en pavimentos rígidos con la adición de NTC. Para alcanzar este objetivo, se establecen diversos procedimientos que involucran una manipulación activa de las variables, Sin embargo, la asignación del porcentaje de NTC para mejorar las propiedades del hormigón no se realizó bajo una selección aleatoria completa, sino en base a la consecución de resultados óptimos, por ende, se enmarca en el diseño cuasiexperimental.

Enfoque de investigación:

Creswell (2009), define como "un tipo de enfoque de investigación educativa en el cual el investigador decide principalmente usar estadísticas numéricas para analizar lo que se observa" (p. 12). Esta investigación, que se enfoca en el análisis de las propiedades del hormigón hidráulico con NTC, se inscribe dentro de este enfoque cuantitativo. Los objetivos planteados incluyen el conocimiento y revisar las características físicas y mecánicas del hormigón, tareas que requieren un análisis numérico y estadístico. Adicionalmente, se busca determinar la proporción adecuada de NTC para mejorar las características del hormigón, lo que también precisa la recopilación de datos cuantitativos y su interpretación. Por tanto, el uso de datos numéricos y la necesidad de análisis estadísticos en cada etapa de la investigación justifican su clasificación como de enfoque cuantitativo.

El nivel de la investigación:

Bernal (2010) define y explica que "el grado explicativo busca responder a la causa de un evento físico o sociable. Es el más complejo ya que requiere identificar relaciones causales entre variables" (p. 94). En este caso, la investigación se enmarca en el nivel explicativo. El estudio pretende desentrañar las consecuencias de introducir NTC en la composición del hormigón hidráulico utilizado para pavimentos rígidos. Se trata de comprender las modificaciones que esto produce tanto en sus propiedades hallar la proporción idónea de nanotubos de carbono que propicie una mejora significativa en estas propiedades. Estas consideraciones implican la identificación de relaciones de causalidad entre las variables mencionadas, lo que corresponde a un nivel explicativo de investigación.

3.2. Variables y operacionalización:

Gonzalez. (2021) definen las variables como cualquier característica o propiedad que posee diferentes valores o categorías, que varían o cambian y que se pueden observar o medir en un individuo o grupo. En el caso de la investigación propuesta, se puede identificar claramente la variable independiente como "la incorporación de nanotubos de carbono", ya que se trata de un factor que se manipula con el fin de observar su impacto. Por otro lado, "las características del hormigón " se identifican

en la variable dependiente, ya que se trata de la característica que se cambia o varía en función de la variable independiente. Se observa cómo estos factores interactúan, lo que demuestra el carácter de estas variables dentro del estudio.

Variable independiente : Nanotubos de carbono

Variable dependiente : las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos

Rangel (2018) Operacionalización de Variables, punto importante, para aquellos que llevan a cabo estudios, de pre o postgrado, en jornadas de ascenso o establecen parte de grupo de una investigación. Realizar este estudio ayuda a refinar y definir indicadores y las escalas que se miden. (Ver anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

En el ámbito de la exploración, según lo establecido por Babbie (2010), la "población" se refiere a "la totalidad de los individuos que tienen algunas particularidades comunes". Es decir, se trata de todos aquellos sujetos o elementos a los que se desea estudiar y generalizar los resultados. Para el estudio que se propone, que la población está constituida por todos los especímenes (probetas y viguetas) de concreto con adición de NTC en el hormigón hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. que utilizan en pavimentos rígidos de la ciudad de Lima. Estos especímenes representan el conjunto completo de elementos que se desean investigar, al que se busca comprender y explicar a través de adicionar nanotubos de carbono y su efecto de características físicas y mecánicas del hormigón. En tanto, todas las variaciones y mejoras observadas en las propiedades del concreto estuvieron intrínsecamente ligadas a la población de estudio definida.

Muestra:

Bryman (2016) define "muestra" como un "subconjunto de la población del que se recogen los datos. Si la muestra se selecciona adecuadamente, los datos recogidos y las conclusiones derivadas de ella pueden considerarse representativos de la población en su conjunto." En este estudio, la muestra fue un conjunto específico de concreto que incorporan NTC. Este subconjunto específico es seleccionado con el propósito de realizar un análisis detallado de sus características físicas y mecánicas. La elección de esta muestra específica se fundamenta en la hipótesis planteada: se espera que la incorporación de nanotubos de carbono tenga una influencia positiva significativa en las características del hormigón hidráulico $f'c=280$ kg/cm². Mediante el análisis de la muestra seleccionada, se busca obtener evidencia sólida para apoyar esta hipótesis. La tabla 1 y 2 se observa el número total de especímenes que se hicieron a las características físicas del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm². En Tabla 3 muestra un desglose del número de especímenes necesarios para verificar la resistividad a la compresión del hormigón hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en diferentes etapas de maduración (7, 14 y 28 días), y a distintos porcentajes de nanotubos de carbono (0%, 11.50%, 13.00% y 14.50%). Se puede observar que la cantidad de especímenes que se incrementa en la concentración de nanotubos de carbono, indicando que se necesita un mayor número de probetas para realizar pruebas más detalladas y exhaustivas. Por otra parte, la Tabla 4 refleja el número de especímenes necesarios en la verificación de la resistencia al flexotracción del concreto durante los 28 días con diferentes porcentajes de nanotubos de carbono. De igual manera, el número de especímenes requeridas crece con el crecimiento de la concentración de nanotubos de carbono, lo que permite evaluar cómo afecta este aditivo al comportamiento del concreto bajo condiciones de flexión. El total general de 84 especímenes abarca todas las pruebas planificadas para este estudio, asegurando que se cuenta con suficientes datos para alcanzar conclusiones confiables y robustas.

Tabla 1. *Resumen de número de especímenes necesarias para las propiedades físicas.*

Descripción	Trabajabilidad	Temperatura
Concreto Patrón	3	3
Adición de Nanotubos 11.5%	3	3
Adición de Nanotubos 13.0%	3	3
Adición de Nanotubos 14.5%	3	3
Sub Total	12	12
Tota	24	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. *Resumen de número de especímenes necesarias para las propiedades físicas.*

Descripción	Permeabilidad
Concreto Patrón	3
Adición de Nanotubos 11.5%	3
Adición de Nanotubos 13.0%	3
Adición de Nanotubos 14.5%	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Resumen de número de especímenes necesarias para la verificación de Resistencia a la compresión*

Resistencia compresión			
Porcentaje de nanotubos de carbono	Edad del concreto		
	7 días	14 días	28 días
0%	3	3	3
11.5%	3	3	3
13.0%	3	3	3
14.5%	3	3	3
Sub Total	12	12	12
Total	36		

Fuente: Elaboración propia,

Tabla 4. *Resumen de número de especímenes necesarias para la verificación de resistencia al flexo tracción*

Resistencia al flexo tracción	
Porcentaje de nanotubos de carbono	Edad del concreto
	28 días
0%	3
11.5%	3
13.0%	3
14.5%	3
Total	12

Fuente: Elaboración propia.

Muestreo:

Según lo definido por Bryman (2016), el "muestreo" se refiere a "una técnica para seleccionar individuos, grupos o elementos de una población definida con el objetivo de generalizar y transferir los resultados de la muestra a dicha población". Esto es el subconjunto de la población que intervino en el análisis y representa a la población total de interés. En la presente tesis el muestreo fue del tipo no probabilístico, más concretamente, un muestreo intencional o de conveniencia, ya que nosotros estamos eligiendo por conveniencia e intencionalmente 3 especímenes para cada prueba. El muestreo implicó seleccionar ciertos especímenes específicos del hormigón hidráulico $f'c=280$ kg/cm². Esta selección se efectuó de manera que las muestras representen adecuadamente a la población total de este tipo de concreto en uso. En este caso, el muestreo intencional o de conveniencia tiene la ventaja de que nos permite centrarnos en casos que son de particular interés para el estudio o que se encuentran fácilmente disponibles. Las respuestas de las pruebas y estudios realizados en estas muestras se generalizaron para hacer afirmaciones sobre el efecto de la adición de CNT en todos los casos específicos.

Unidad de análisis:

De acuerdo con Babbie (2016), la "unidad de análisis" se define como "la entidad que es analizada en un estudio. Es la unidad que suministra los datos a partir de los cuales se deriva la información."

Para este estudio específico, la unidad del estudio son los especímenes (probetas y viguetas) de concreto con adición de NTCs en el hormigón hidráulico $f'c=280$ kg/cm². Esta elección se justifica debido a que uno de los principales objetivos fue evaluar cómo adicionar varios porcentajes de NTC pueden influir en las propiedades del concreto. Esta unidad de análisis permite establecer si existe una conexión directa entre el porcentaje de nanotubo de carbono añadidos y las propiedades del concreto. También proporciona la base para la hipótesis de que un rango de porcentaje específico de NTC añadidos al hormigón puede resultar en la mejora óptima de sus propiedades. En consecuencia, el análisis de esta unidad es crucial para el éxito de este estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Según Creswell (2014), es una estrategia específica empleada para recolectar, analizar y/o interpretar datos de una manera sistemática. En la investigación que nos ocupa, la técnica predominante sería la experimentación, dada la naturaleza del objetivo de investigación. Esta técnica permite manipular la variable independiente, es el porcentaje de NTC incorporados en el hormigón hidráulico, y observar cómo estos cambios afectan a la variable dependiente, es decir, las características del hormigón del concreto. La experimentación proporciona datos empíricos sobre cómo influye directamente a la variable independiente en la dependiente, permitiendo determinar de manera efectiva si existe una correlación entre la cantidad de NTC incorporados y las características resultantes del concreto. (Ver tabla 5)

Instrumentos de recolección de datos

Según Creswell (2014), de antecedentes son las herramientas específicas que se utilizan para recoger datos en un estudio de investigación. En la presente investigación, debido a su naturaleza experimental, el principal instrumento fue la ficha de recolección de datos y además la ficha de resultado de laboratorio. Estas fichas de investigación documentaron con precisión los detalles de cada experimento, incluyendo el porcentaje de NTC incorporados en el hormigón y las

correspondientes propiedades resultantes del concreto. Estos datos recopilados permiten un análisis posterior para determinar la correlación entre la cantidad de nanotubo de carbonos y las características del concreto, y así probar las hipótesis propuestas. (ver tabla 5 y Anexo 3)

Tabla 5. *Técnicas de instrumentos de investigación*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación de NTC's (0%, 11.5%, 13%, 14.5%)	Observación Directa	Ficha de Recolección de datos
Densidad	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Resistividad Eléctrica	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Diámetro	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Trabajabilidad	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Temperatura	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Permeabilidad	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Resistencia - Compresión	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio
Resistencia flexo tracción	Observación Experimental	Ficha de Resultado de Laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

Validez

Según Babbie (2010), es la medida del instrumento de investigación que cuenta efectivamente lo que se desea medir. En esta investigación, la validez se centró en garantizar que los resultados de las pruebas y experimentos realizados realmente reflejan el impacto de los NTC en las características del hormigón hidráulico $f'c=280$ kg/cm². Así garantizamos la validez, lo esencial es mantener una metodología de investigación rigurosa, asegurando que las mediciones fueron precisas y que los experimentos se realizaron de manera consistente. Además, el resultado obtenido

se comprobó con los estudios existentes sobre nanotubos de carbono y concreto a fin de verificar si están alineados con las tendencias y resultados previos. (ver anexo 4)

El presente análisis se logró un índice Kappa de 1.00 de acuerdo a Landin & Koch, 2010 a la fuerza de acuerdo 1 que es casi perfecta por la escala de coeficiente Kappa. (ver tabla 6)

Tabla 6. *escala del coeficiente Kappa*

Coeficiente de Kappa	Fuerza de acuerdo
<0.00	Pobre
0.00-0.20	Leve
0.21-0.40	Justa
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Sustancial
0.81-1.00	Casi perfecta

Fuente (landis & Koch, 2010)

Confiabilidad de los instrumentos.

En la investigación, según Joppe (2000), indica la estabilidad de los éxitos conseguidos a través de la aplicación repetida en un instrumento en medición. En el contexto de esta investigación, Fiabilidad significa que los resultados se obtienen midiendo las propiedades del hormigón hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono sean consistentes cuando se repiten las pruebas o experimentos bajo las mismas condiciones. Es crucial mantener un estricto control con lo realizado de pruebas y la recolección de datos para garantizar la confiabilidad. Se coloca los certificados de calibración de equipos y las pruebas de laboratorio sellados y firmados por el responsable del laboratorio esto les da una mayor credibilidad a los hallazgos y permiten que se hagan inferencias significativas a partir de ellos.

3.5. Procedimientos:

La norma ISO 690:2010 define los procedimientos como "una forma establecida o método prescrito de realizar una actividad o un proceso, generalmente en secuencia ordenada de eventos o pasos detallados" (ISO 690:2010). Bajo este marco, para la investigación titulada "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubo de carbono, Lima 2023", uno de los procedimientos claves fueron la identificación de un proveedor confiable de NTCs y la decisión de la dosificación apropiada de estos nanotubos en el concreto, oscilando entre el 11.5% al 14.5%. Este porcentaje representa nuestra variable independiente. Para evaluar dichas propiedades, se realizaron pruebas experimentales que incluyen mediciones de resistencia a la compresión y a la flexión. Dentro de estos ensayos, se dio una especial atención a la resistencia a la compresión del concreto y a los de resistencia a la flexo tracción. En estas pruebas, se controlaron cuidadosamente factores como el tiempo de curado, condiciones climáticas y la consistencia del proceso de mezclado y colocación. A nivel institucional, se coordinaron con las autoridades universitarias y empresas proveedoras para la adquirir materiales y el uso de las instalaciones de laboratorio. Para garantizar la conformidad con las normas éticas y de seguridad, todos los procedimientos experimentales fueron sometidos a la revisión y aprobación de un comité competente. Los permisos y autorizaciones resultantes se incluyeron en los anexos del documento final de la tesis, demostrando así que el estudio se ha realizado de manera ética y siguiendo todas las normas de seguridad aplicables. Finalmente, una vez realizados los ensayos, se procedió a la recolección y análisis de las muestras realizadas. Basándonos en estos resultados, redactamos las conclusiones de nuestra investigación, que fue el cierre de nuestro proceso de investigación.

3.6. Método de análisis de datos:

En línea con la norma ISO 690:2010, se define como "un procedimiento sistemático utilizado para examinar, describir, interpretar y presentar datos con el fin de revelar patrones subyacentes y tendencias" (ISO 690:2010). Para esta tesis, la adición de NTC en el concreto hidráulico es en particular importancia, y análisis de los datos generados a partir de pruebas de los diferentes especímenes con diferentes

dosificaciones de nanotubos de carbono será esencial. La estadística descriptiva fue utilizada inicialmente para resumir y describir los datos de cada espécimen. Estas medidas permitieron obtener una visión global de los datos recopilados y detectar patrones y tendencias iniciales. Los gráficos, incluyendo diagramas de cajas, histogramas y gráficos de dispersión, fueron herramientas visuales y claves para representar estos datos, y permitieron observar visualmente las diferencias entre las características del concreto a medida que cambia la dosificación de nanotubos de carbono. Para el análisis inferencial, se aplicaron técnicas como pruebas de hipótesis y regresión lineal para determinar si las diferencias observadas en las características del concreto con diferentes dosificaciones de nanotubo de carbono son estadísticamente significativas. La regresión lineal se utilizó para examinar la relación entre la dosificación de nanotubo de carbono (variable independiente) y las características del concreto (variable dependiente). Estas técnicas inferenciales proporcionaron un fundamento sólido para sacar conclusiones sobre cómo la adición de nanotubo de carbono afecta las propiedades del hormigón hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

3.7. Aspectos éticos:

Los aspectos éticos, según la norma ISO 690:2010, representan "los principios y normas morales que deben ser observados durante la realización de la investigación" (ISO 690:2010). En el contexto de esta investigación sobre la Adicionar NTC al concreto, se siguió los criterios éticos internacionales y nacionales relevantes, como la norma de Conducta para la Integridad Científica de la Unión Europea, las directivas de Singapur sobre Integridad en la Investigación y el Código de Ética para la Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México. Aplicamos los cuatro principios éticos fundamentales de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia. Con el propósito de beneficiar a la sociedad mediante mejoras en las propiedades del concreto, evitaremos cualquier daño potencial en la manipulación de nanotubos de carbono y concreto hidráulico, aseguramos las autorizaciones necesarias respetando la autonomía de las partes involucradas y, finalmente, compartimos de manera justa los resultados y beneficios de la investigación con todos los actores relevantes de la industria de la construcción.

IV RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La presente investigación se realizó en la Panamericana norte en el distrito de Puente Piedra, provincia de Lima, en el departamento de Lima.



Figura 1. Mapa político del Perú, panamericana norte del Perú.



Figura 2. Mapa político del Departamento de Lima.

Ubicación del proyecto



Figura 3. Distrito de Puente Piedra



Figura 4. Carretera Panamericana Norte en Puente Piedra.

Limites

- Norteste : Con el Distrito de Santa Rosa y Ancón.
Sur : Con los Distritos de Comas, los olivos y san martin.
Este : Con los Distritos de Carabayllo
Oeste : Con el Distrito de Ventanilla y distrito de mi Perú (callao)

Ubicación geográfica

Según Wikipedia (2022) el distrito de Puente piedra presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 11°, 52', 05" y Oeste 07°, 05', 05" de greenwich, teniendo un área de 71.18km² aproximadamente con una altitud entre los 184 m.s.n.m. Según la INEI hasta el 2011 contaba con una población de 257,325 habitantes.

Clima

El clima que posee el distrito de Puente Piedra es desértico, árido y seco, durante el año, virtualmente no hay lluvia, La clasificación climática de Köppen-Geiger identifica este patrón de clima en particular como perteneciente a la categoría de BWh. En Distrito de Puente Piedra, la temperatura media anual es de 19.3 °C. La precipitación es de 161 mm al año (Puente Piedra, 2023).

4.2 Trabajos preliminares

Obtención de Nanotubos de Carbono La obtención de nanotubo de carbono fue realizado a través de una página web (Aliexpress), ya que el material fue comprado en china, el cual tiene un proceso de 30 días de traslado hasta Perú, país el cual se realiza los ensayos en las dosificaciones indicadas.



Figura 5. Envase de nanotubo de carbono.



Figura 6. Vaciado en bandeja del nanotubo de carbono

Obtención de agregados

La obtención de los agregados se realizó en la cantera Romaña. Ubicado en carretera Nestor Gambetta - Ventanilla



Figura 7. Recolección de Agregado Grueso.



Figura 8. Recolección de Agregado Fino

Análisis agregado fino (arena gruesa)

Se realizaron las distintas pruebas granulométricas al agregado fino, los cuales se observa en las imágenes.



Figura 9. Cuarteo de material, agregado fino (arena gruesa)



Figura 10. Análisis Granulométrico de agregado fino (arena gruesa)

Resultados de laboratorio de agregados finos

Tabla 7. Resultado de Granulometría

Análisis Granulométrico					
Aberturas de tamices		Peso retenido g	% Parcial Retenid.	% Acumulado Retenid.	% Acumulado que pasa
Nombre	mm				
4"	100 mm.				100
3 1/2"	90 mm.				100
3"	75 mm.				100
2 1/2"	63 mm.				100
2"	50 mm.				100
1 1/2"	37.5 mm.				100
1"	25 mm.				100
3/4"	19 mm				100
1/2"	12.5 mm.				100
3/8"	9.5 mm.				100
N°4	4.75 mm.	216.3	3.37	3.37	96.63
N°8	2.36 mm.	638.6	9.95	13.32	86.68
N°16	1.18 mm.	1435.4	22.36	35.68	64.32
N°30	600 µm.	1320.9	20.58	58.26	43.74
N°50	300 µm.	1721.6	26.82	83.08	16.92
N°100	150 µm.	796.1	12.4	95.49	4.51
< N°200	< N° 200	289.7	4.51	100	0

Fuente: Elaboración propia

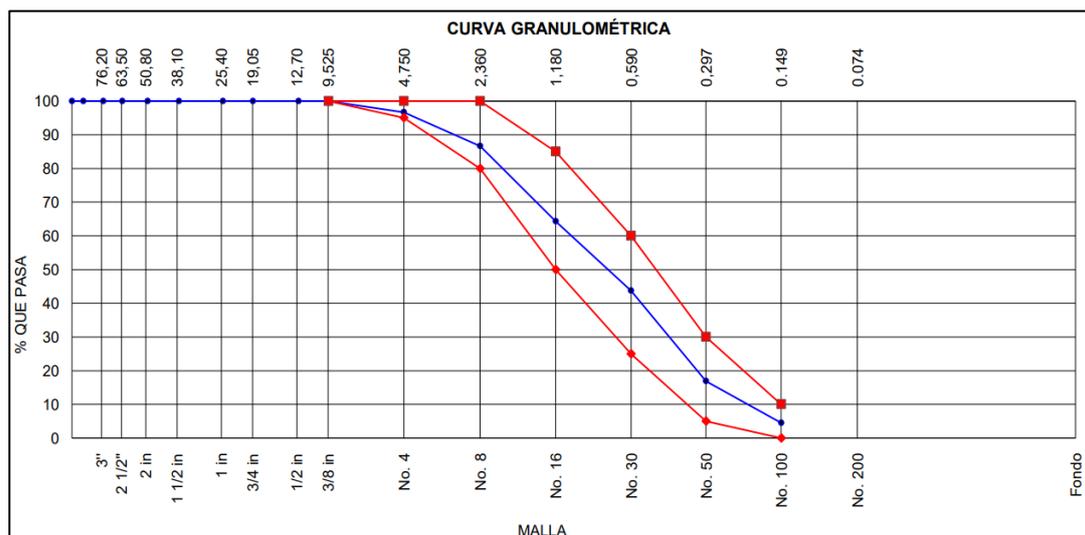


Figura 11. Curva Granulométrica (arena fina)

Se realizaron las distintas pruebas granulométricas al agregado fino, los cuales se observa en las figuras 12 y 13, y en malla N°04 el retenido fue de 3.37% que se considera como grava, y en malla N°200 pasa el 100% lo cual se considera como agregado fino. El agregado contiene un módulo de fineza de 2.87 y contenido de humedad del 3.6% estos son datos importantes para el diseño de mezcla, además en la figura 13 se muestra la curva que se encuentra dentro del rango exigido por ASTM C136/C136M-14, que lo da por aceptado el agregado en la ejecución del concreto de la presente diseño.

Resultados de laboratorio de agregados finos sueltos

Tabla 8. Ensayo peso unitario (agregados finos) de masa suelta según ASTM C29/C29M-17a

Peso Unitario Suelto	Resultados			Promedio
Peso de la muestra + envase (Kg)	7.115	7.1	7.126	
Peso del envase (kg)	2.22	2.22	2.22	
Peso de la muestra suelta (kg)	4.895	4.88	4.906	
Constante	353	353	353	
Peso Unitario (kg/m3)	1728	1723	1732	1727

Fuente: Elaboración propia

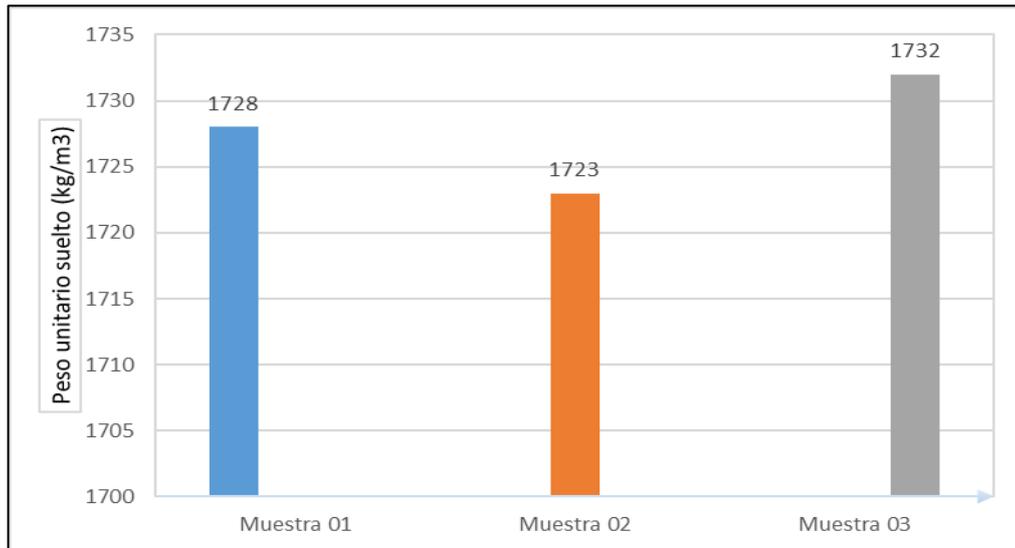


Figura 12. Peso suelto de agregado fino

Se realizaron las distintas pruebas del agregado fino suelto, los cuales se observa en las figuras 14 y 15, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de peso unitario de 1727 kg/cm³ que se observa en la figura 14, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM C29/C29M-17^a

Resultados de laboratorio de agregados finos compactados

Tabla 9. Ensayo pesos unitarios de los agregados fino de masa compactada según ASTM C29/C29M-17^a (arena fina)

Peso Unitario compactado	Resultados			Promedio
Peso de la muestra + envase (Kg)	7.477	7.451	7.5	
Peso del envase (kg)	2.22	2.22	2.22	
Peso de la muestra suelta (kg)	5.257	5.231	5.28	
Constante	363	353	353	
Peso Unitario compactado(kg/m ³)	1856	1847	1864	1855

Fuente: Elaboración propia.

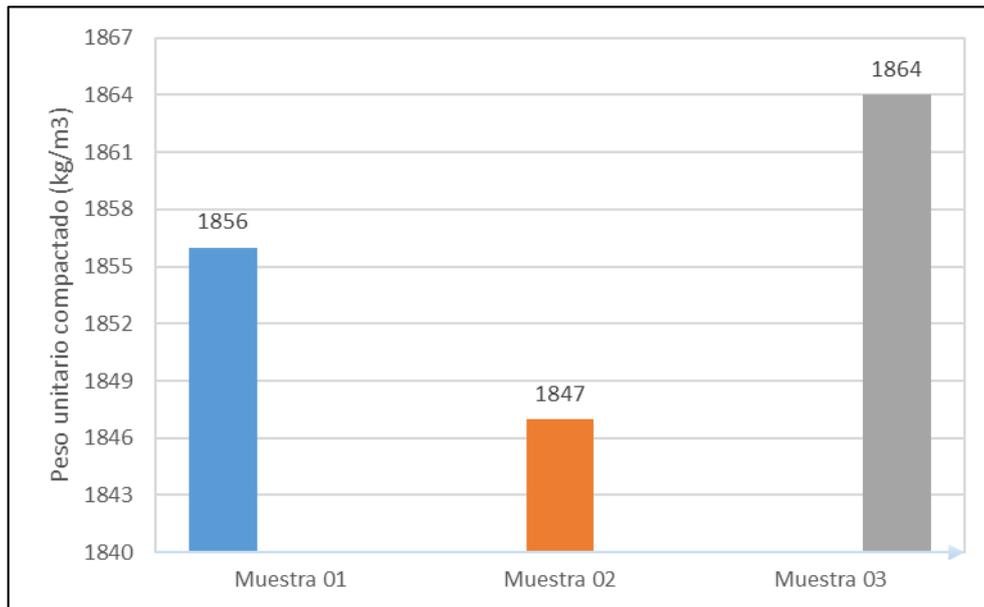


Figura 13. Promedios de peso compactado

Se realizaron las distintas pruebas del agregado fino compactado, los cuales se observa en las figuras 16 y 17, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de peso unitario de 1855 kg/cm³ que se observa en la figura 16, el cual se consideró para el diseño de mezcla. Este ensayo se realizó basándose en la ASTM C29/C29M-17A

Pesos específicos y absorción del agregado fino

Se realizaron las pruebas de los agregados, como se muestra en las imágenes inferior.



Figura 14. Peso específico, agregado fino (arena gruesa)

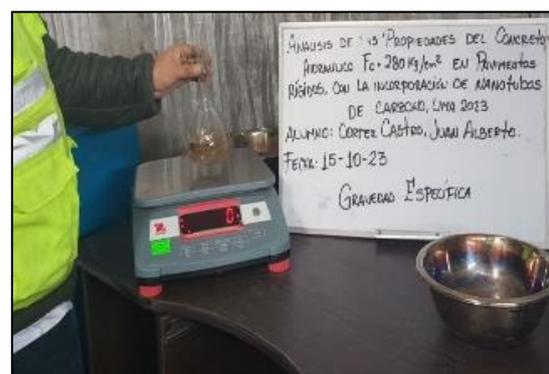


Figura 15. Agregado fino (arena gruesa)

Resultados de laboratorio peso específico

Tabla 10. Se muestra los ensayos (agregados fino), según ASTM C128-15

Detalle	Resultados			Promedio
Peso específico de masa (P.E.M)	2.62	2.62	2.61	2.62
Peso específico de masa S.S.S. (P.E.M. S.S.S.)	2.65	2.64	2.63	2.64
Peso específico aparente (P.E.A.)	2.67	2.67	2.66	2.67
Porcentaje de Absorción (%)	1.1	1	1.1	1.1

Fuente: Elaboración propia.

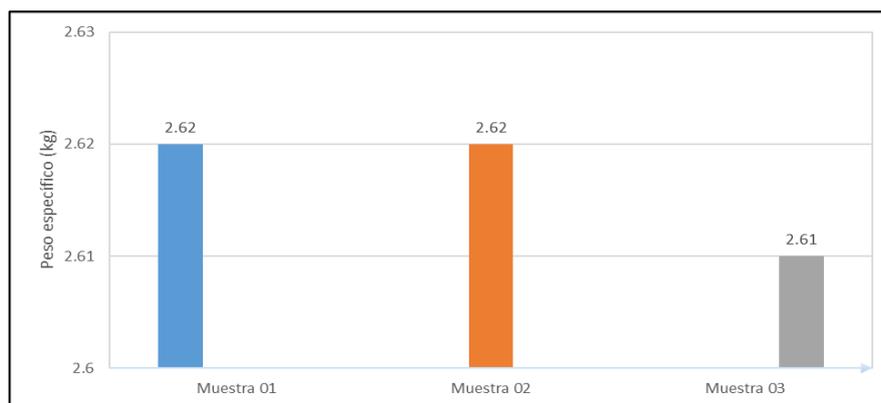


Figura 16. Peso específico de agregado fino

Se realizaron las distintas pruebas del peso específico, los cuales se observa en las figuras 20 y 21, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de peso unitario de 262 kg él se observa en la figura 20, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM C128-15

Resultados de laboratorio de absorción agregados finos

Tabla 11. Ensayo de absorción del agregado según ASTM C128-15

Detalle	Resultados			Promedio
Peso específico de masa (P.E.M)	2.62	2.62	2.61	2.62
Peso específico de masa S.S.S. (P.E.M. S.S.S.)	2.65	2.64	2.63	2.64
Peso específico aparente (P.E.A.)	2.67	2.67	2.66	2.67
Porcentaje de Absorción (%)	1.1	1	1.1	1.1

Fuente: Elaboración propia

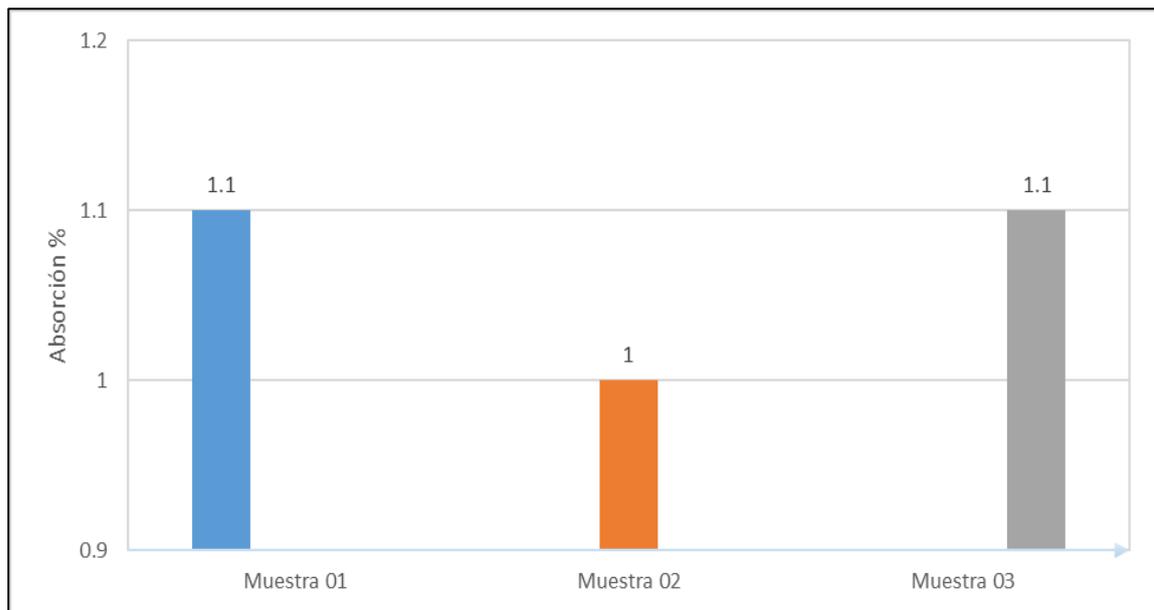


Figura 17. Porcentaje de absorción del agregado fino

Se realizaron las distintas pruebas del agregado fino, los cuales se observa en las figuras 22 y 23, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de porcentaje de absorción de 1.1% que se observa en la imagen 22, el cual se consideró para la mezcla de diseño. ASTM C128-15

Contenido de humedad del agregado fino

Se realizaron las pruebas del agregado fino, como se observa en las imágenes en inferior.



Figura 18. Ensayo de Humedad,



Figura 19. Colocación en horno

Resultados de laboratorio (contenido humedad)

Tabla 12. Contenido de humedad (agregado fino) según ASTM C566-9

Contenido Humedad agregado fino				
Datos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
D (g)	822.5	727.2	772.1	
P (%)	3.6	3.5	3.7	3.6

Fuente: elaboración propia.

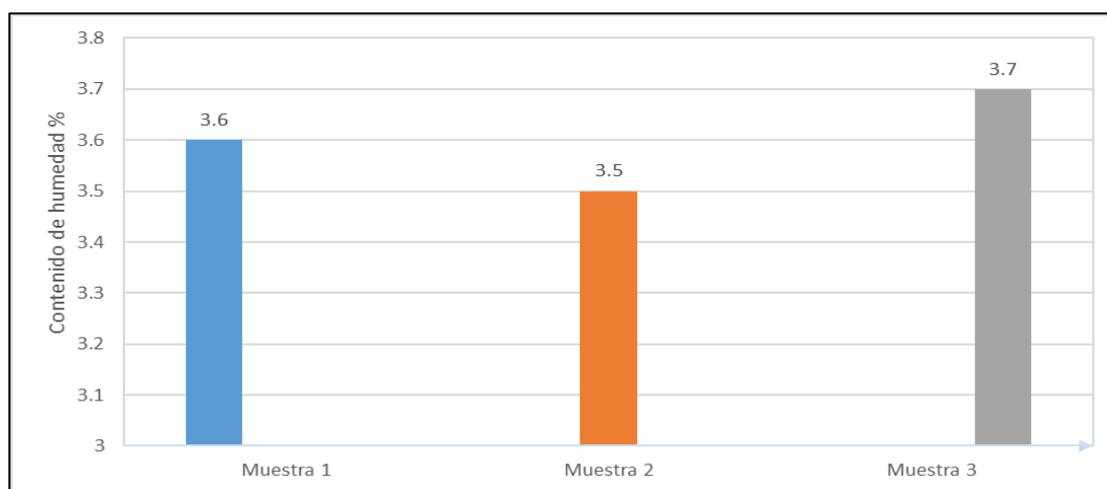


Figura 20. Porcentajes del resultado de absorción del agregado

Se realizaron las distintas pruebas del agregado fino, los cuales se observa en la tabla 7 y figura 26, donde se aprecia las respuestas de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de porcentaje de humedad de 3.6% como se muestra en la tabla 7, el cual se consideró como óptimo en las pruebas realizadas al diseño realizado.

Análisis de agregado Grueso

Se hicieron las diferentes pruebas granulométricas al agregado grueso, los cuales se pueden observar en las imágenes



Figura 21. Cuarteo de material, agregado Grueso (Piedra Chancada)



Figura 22. Peso Unitario, agregado grueso (Piedra Chancada)

Resultados de laboratorio de agregados Gruesos

Tabla 13. Método de ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso, según ASTM C136/C136M-14

Análisis Granulométrico					
Aberturas de tamices		Peso retenido g	% Parcial Retenid.	% Acumulado Retenid.	% Acumulado que pasa
Nombre	mm				
4"	100 mm.				100
3 1/2"	90 mm.				100
3"	75 mm.				100
2 1/2"	63 mm.				100
2"	50 mm.				100
1 1/2"	37.5 mm.				100
1"	25 mm.				100
3/4"	19 mm.	548	6.11	6.11	93.89
1/2"	12.5 mm.	3115	34.72	40.83	59.17
3/8"	9.5 mm.	3251	36.23	77.06	22.94
N°4	4.75 mm.	1652	18.41	95.47	4.53
N°8	2.36 mm.	400	4.46	99.93	0.07
N° 16	1.18 mm.			99.93	0.07
N° 30	600 µm.			99.93	0.07
N° 50	300 µm.			99.93	0.07
N° 100	150 µm.			99.93	0.07
< N°200	< N° 200	6.3	0.07	100	0

Fuente: Elaboración propia.

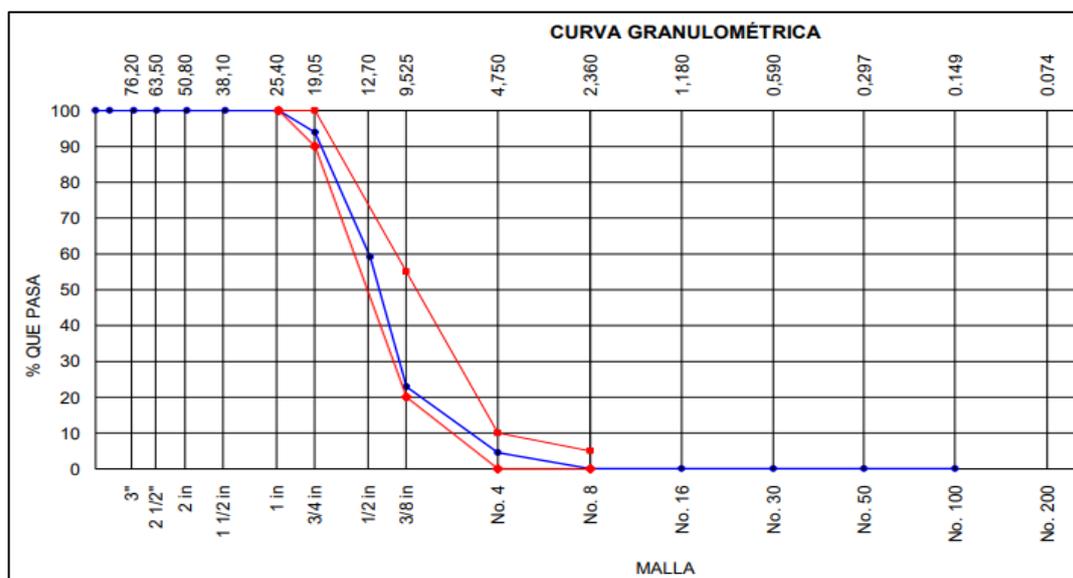


Figura 23. Curva Granulométrica (Agregado Grueso)

Se realizaron las distintas pruebas granulométricas al agregado grueso, los cuales se observa en las figuras 29 y 30, y en malla 3/4" el retenido fue de 6.11%, y en malla N°08 pasa el 99.93%. Además, en figura 30 se evidencia que la curva que se encuentra dentro del rango exigido por ASTM C136/C136M-14, que lo da por aceptado el agregado para elaborar del concreto de la presente investigación.

Resultados de laboratorio de agregados gruesos sueltos

Tabla 14. Ensayo de peso unitario del agregado grueso de masa suelta, según ASTM C29 / C29M-17a

Peso Unitario Suelto	Resultados			Promedio
Peso de la muestra + envase (Kg)	18.581	18.635	18.6	
Peso del envase (kg)	4.626	4.626	4.626	
Peso de la muestra suelta (kg)	13.955	14.009	13.974	
Constante	106	106	106	
Peso Unitario (kg/m ³)	1479	1485	1481	1482

Fuente: Elaboración propia

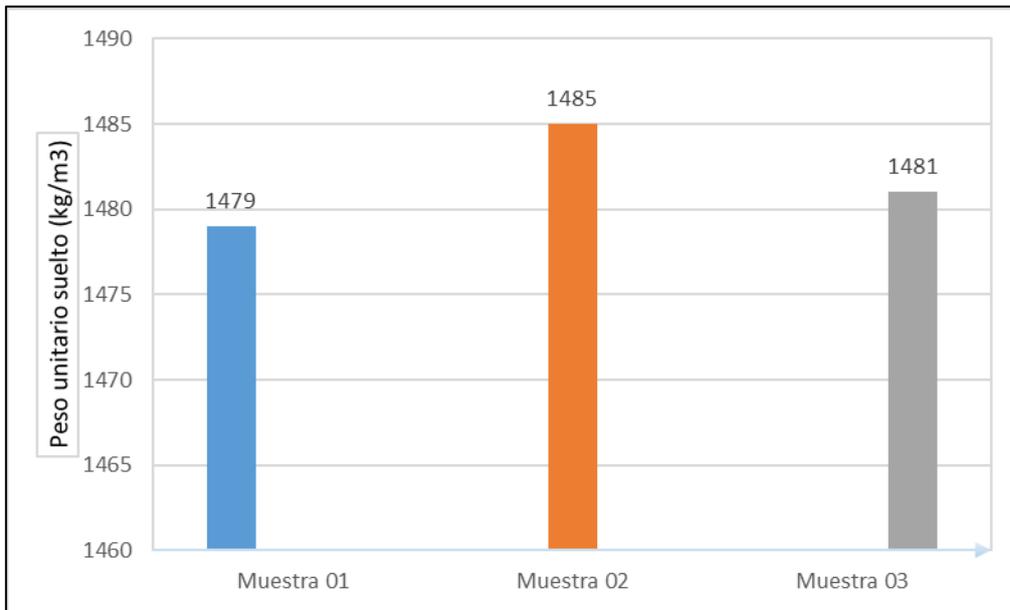


Figura 24. Peso suelto de agregado grueso

Se realizaron las distintas pruebas del agregado grueso suelto, los cuales se observa en las figuras 31 y 32, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de peso unitario de 1482 kg/cm³ que se muestra en la figura 31, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM ASTM C29 / C29M-17a

Resultados de laboratorio de agregados gruesos compactados

Tabla 15. Ensayo de peso unitario del agregado grueso de masa compactada según ASTM C29/C29M-17a

Peso Unitario compactado	Resultados			Promedio
Peso de la muestra + envase (Kg)	20.171	20.258	20.22	
Peso del envase (kg)	4.626	4.626	4.626	
Peso de la muestra suelta (kg)	15.551	15.632	15.594	
Constante	106	106	106	
Peso Unitario compactado(kg/m ³)	1648	1657	1653	1653

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de laboratorio peso específico

Tabla 16. Ensayos de peso específico de los agregados (grueso), según ASTM C128-15

Detalle	Resultados			Promedio
Peso específico de masa (P.E.M)	2.66	2.66	2.66	2.66
Peso específico de masa S.S.S. (P.E.M. S.S.S.)	2.67	2.68	2.68	2.68
Peso específico aparente (P.E.A.)	2.72	2.71	2.72	2.72
Porcentaje de Absorción (%)	0.9	0.9	0.8	0.9

Fuente: Elaboración propia

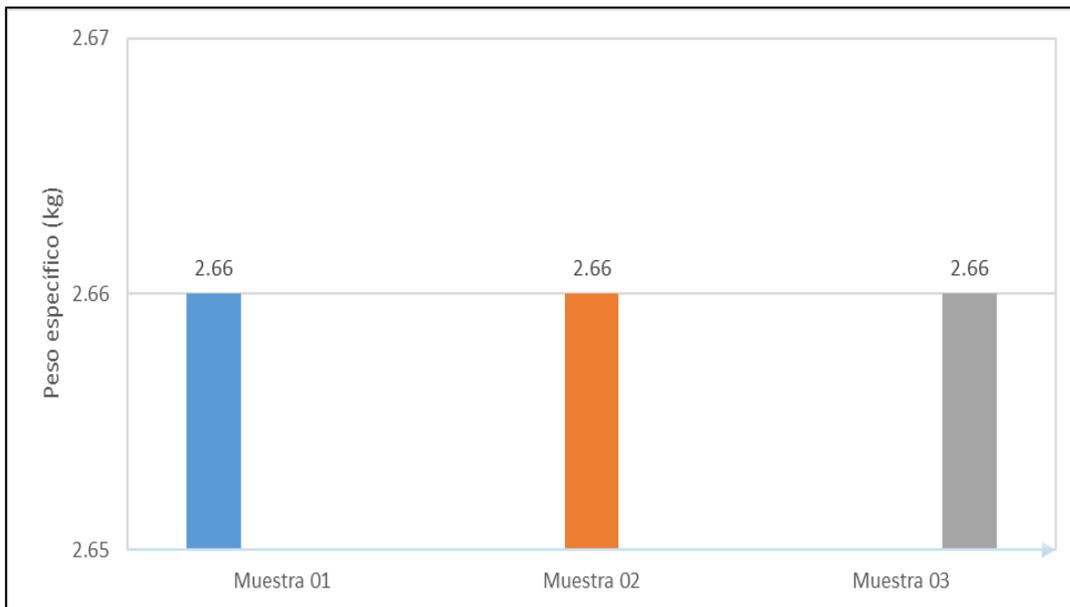


Figura 28. Peso específico de agregado grueso

Se realizaron las distintas pruebas de los pesos del agregado grueso, los cuales se observa en las figuras 37 y 38, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de peso unitario de 2.66kg, que se muestra en la figura 37, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM C128-15

Resultados de laboratorio de absorción agregados grueso

Tabla 17. Resultado de laboratorio absorción del agregado grueso según ASTM C128-15

Detalle	Resultados			Promedio
Peso específico de masa (P.E.M)	2.66	2.66	2.66	2.66
Peso específico de masa S.S.S. (P.E.M. S.S.S.)	2.67	2.68	2.68	2.68
Peso específico aparente (P.E.A.)	2.72	2.71	2.72	2.72
Porcentaje de Absorción (%)	0.9	0.9	0.8	0.9

Fuente: Elaboración propia

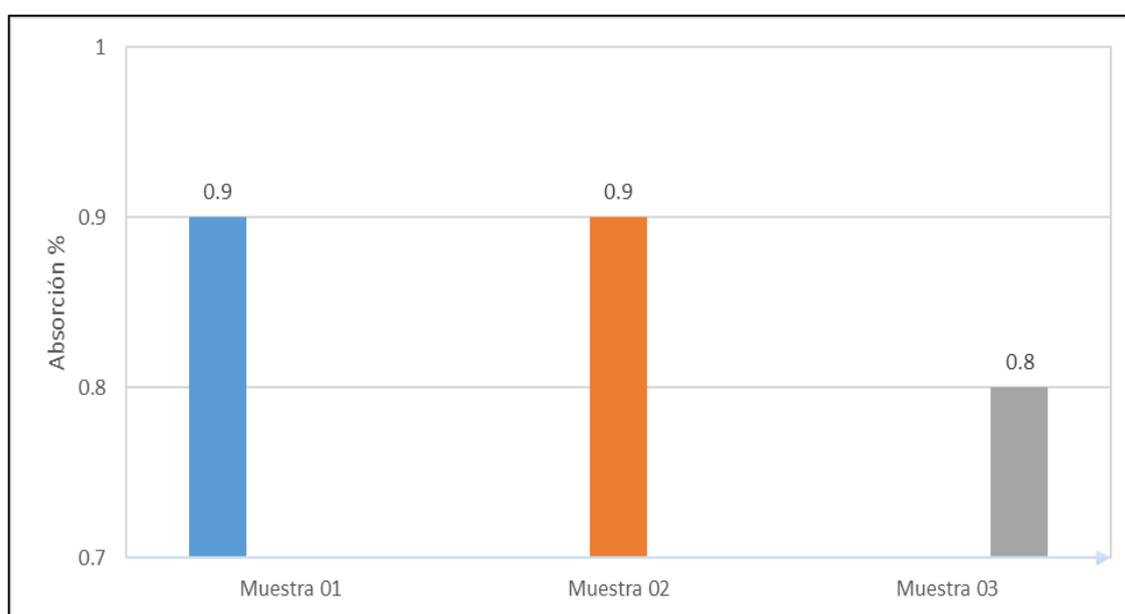


Figura 29. Variación de porcentajes de absorción.

Se realizaron las distintas pruebas de los porcentajes en absorción del agregado, los cuales se observa en las figuras 39 y 40, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de porcentaje de absorción de 0.9%, que se muestra en la figura 39, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM C128-15

Del contenido de humedad (agregado grueso)

Se realizaron las pruebas de contenido de humedad, como se observa en las imágenes.



Figura 30. Colocando en la bandeja el agregado.



Figura 31. Colocación en el horno

Resultados de contenido de humedad agregados finos

Tabla 18. Contenido de humedad de agregado grueso según ASTM C566-9

Contenido Humedad A. Grueso				
Datos	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
D (g)	3536.8	2995.4	3108.2	
P (%)	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: Elaboración propia.

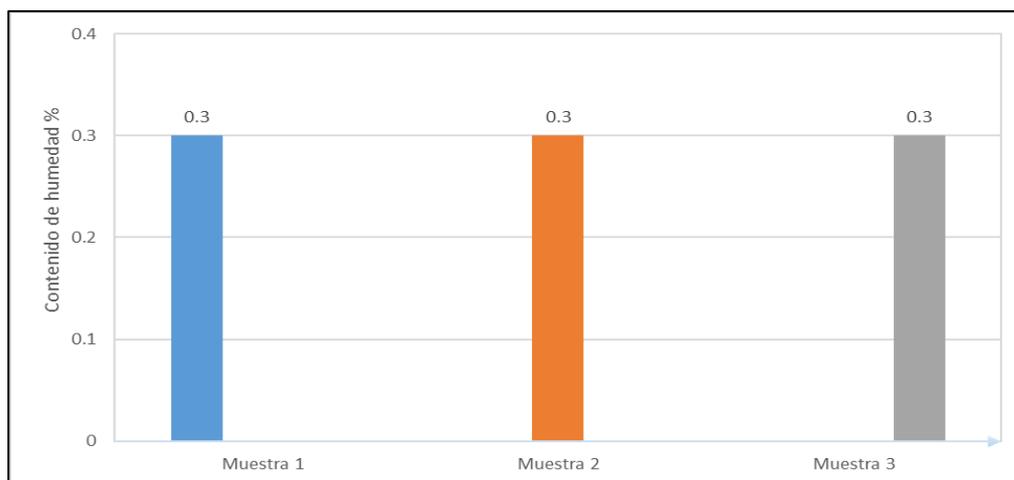


Figura 32. Porcentaje de las muestras (absorción del agregado fino)

Se realizaron las distintas pruebas del agregado fino, los cuales se observa en la tabla 8 y figura 43, donde se aprecia los resultados de las 3 muestras del ensayo, en la cual se obtuvo un promedio de porcentaje de absorción de 0.3% la cual se observa en la tabla 8, el cual se consideró para el diseño de mezcla. ASTM C128-15

Obtención de probetas

Se realizaron la mezcla de los agregados con una mezcladora, con la realización de la prueba de slam y después se colocaron en los especímenes (probetas, viguetas)



Figura 33. Probetas dosificación con nanotubo 14.5%

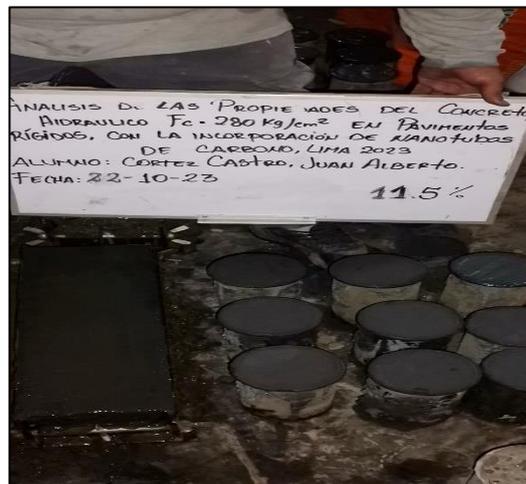


Figura 34. Probetas dosificación con nanotubo 11.5%

4.3 Propiedades físicas del Nanotubo de Carbono

Densidad

- Densidad aparente: 0,15g/cm³
- Densidad del real 2,1g/cm³

Resistividad Eléctrica

- 1412μΩm

Diámetro

- Interior: 3-5 nm
- Exterior: 8-15 nm

4.4 Desarrollo por objetivos

Objetivo específico 1: conocer las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubo de carbono.

Trabajabilidad. - se muestra el slump realizado a las dosificaciones de nanotubos de carbono, en el rango de 2" a 4"



Figura 35. Slump según dosificación de nanotubo de carbono 14.5%



Figura 36. Slump según dosificación de nanotubo de carbono 11.5%

Tabla 19. Cuadro de Resultado de Slump según la norma (NTP 339.035-2009)

Diseño de Mezcla	Adición de Nanotubo de Carbono	Ensayo de Slump			
		Diseño	Resultado (Pulg)	Resultados (cm)	Promedio (pulg)
280 kg/cm ²	0%	3" a 4"	3 1/2	8.89	3.42
			3 1/2	8.89	
			3 1/4	8.255	
	11.50%	3" a 4"	3	7.62	3.08
			3	7.62	
			3 1/4	8.255	
	13%	3" a 4"	3	7.62	3.17
			3 1/4	8.255	
			3 1/4	8.255	
	14.50%	3" a 4"	3	7.62	3.08
			3 1/4	8.255	
			3	7.62	

Fuente: Elaboración propia

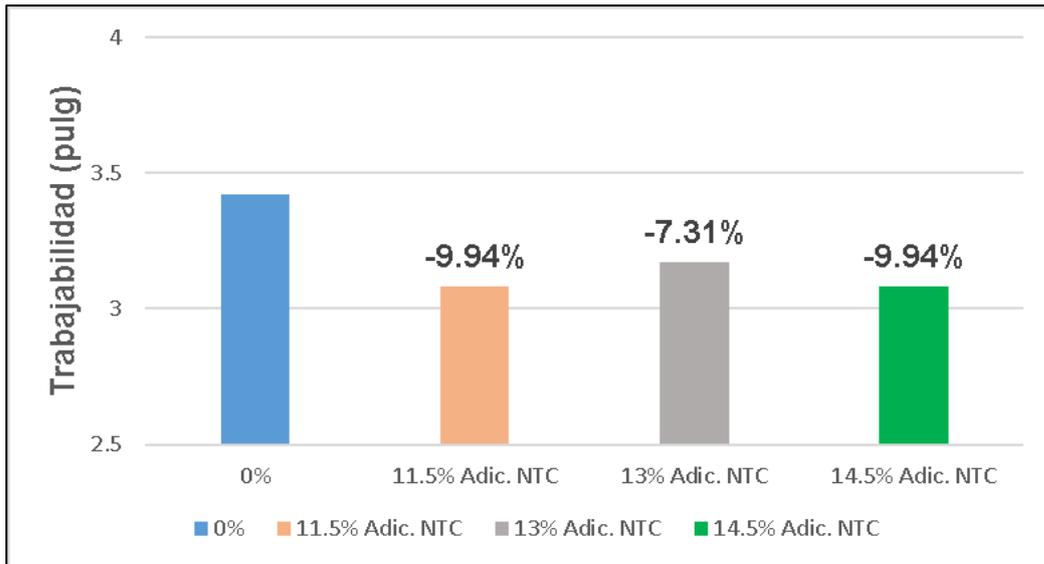


Figura 37. Porcentaje de Asentamiento con adición de NTC

Se observan en la tabla 9 los resultados promedios de las muestras realizadas a los especímenes, en la figura 48, se indica el porcentaje de asentamiento disminuye en un 9.94% menos con adición del 11.5% de NTC, disminuyo en un 7.31% con adición de nanotubo de 13%, disminuyo 9.94% con adición de 14.5% de NTC con relación al concreto patrón.

Temperatura se muestra el cuadro de las temperaturas obtenidas con las dosificaciones de 0%, 11.5%, 13%, 14.5% de adicción de Nanotubos de carbono.



Figura 38. Toma de temperatura a la mezcla de concreto.

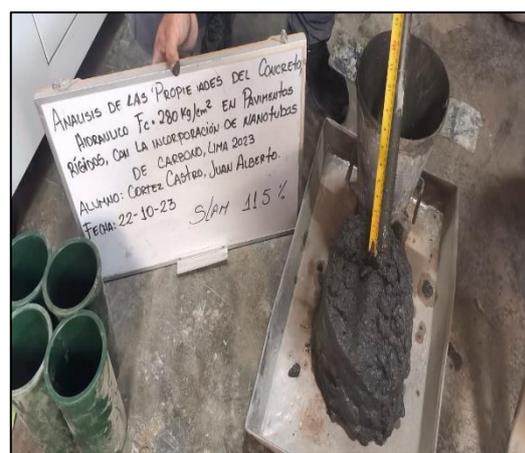


Figura 39. Resultados de toma de temperatura en el concreto.

Tabla 20: Método de ensayo de temperatura de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, según la norma ASTM C1064 / C1064M-17

Ensayo de temperatura de concreto (°c)				
Datos	0%	11.5% Adic. NTC	13% Adic. NTC	14.5% Adic. NTC
Diseño de mezcla 280kg/c m ²	30.5°C	30.5°C	30.0°C	30.4°C
	30.6°C	30.7°C	30.0°C	30.5°C
	30.4°C	30.8°C	30.1°C	30.5°C
Promedio	30.5°C	30.7°C	30.0°C	30.5°C

Fuente: Elaboración Propia.

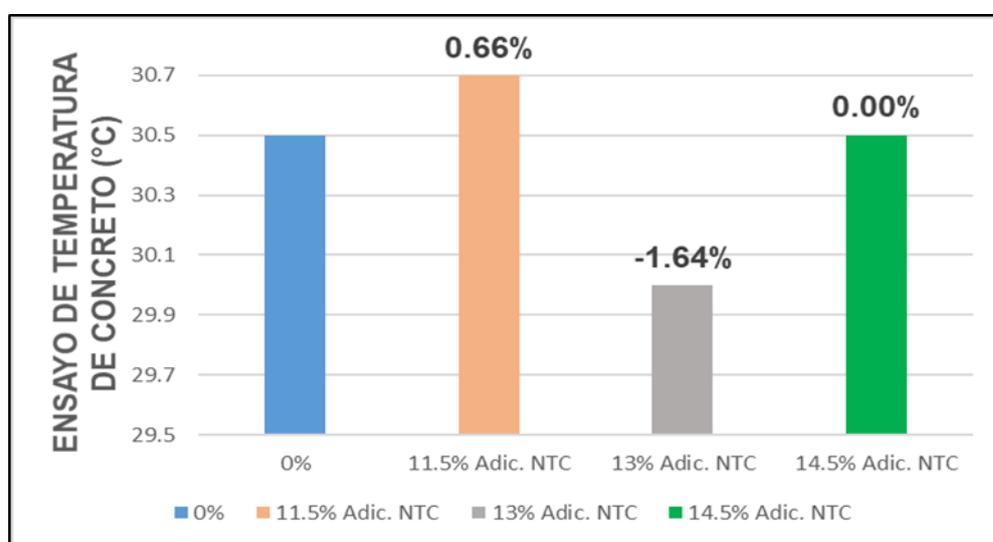


Figura 40. Porcentajes de las medidas de temperatura a las adiciones de Nanotubos de carbono.

Se puede observar en la Tabla 10 los promedios de las temperaturas tomadas a las muestras, en la figura 51, el porcentaje en temperatura sube a un 0.66% con adición del 11.5% de NTC, disminuyó en un -1.64% con adición de nanotubo de 13%, se mantuvo en un 0.00% con adición de 14.5% de NTC con relación al concreto patrón.

Permeabilidad se observan los resultados de las muestras realizadas de permeabilidad con las adiciones de los nanotubos en porcentajes de 11.5%, 13% y 14.5% con relación al concreto patrón.



Figura 41. Ensayo de permeabilidad de las muestras.



Figura 42. Ensayo permeabilidad de las distintas muestras.

Tabla 21: Método de ensayo de permeabilidad de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, según la norma ASTM C1701, Adicionando de NTC.

Ensayo de permeabilidad de concreto (mm)				
Datos	0%	11.5% Adic. NTC	13% Adic. NTC	14.5% Adic. NTC
Diseño de mezcla 280kg/c	34.03	35.12	36.11	28.40
	34.06	35.11	36.01	28.51
	34.06	35.11	36.00	28.43
Promedio	34.05	35.11	36.04	28.45

Fuente: Elaboración Propia

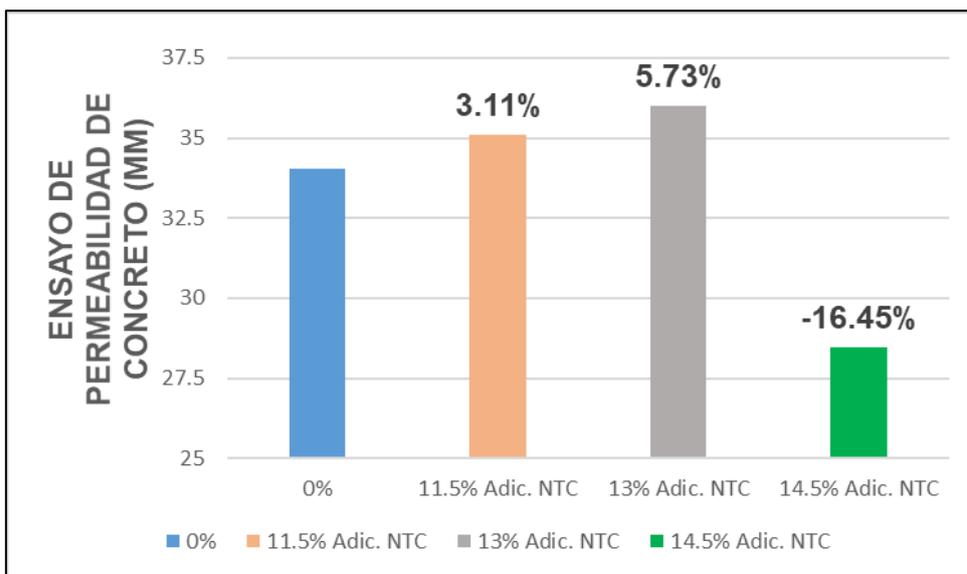


Figura 43. Porcentaje de permeabilidad con adiciones de Nanotubos de carbono.

Se observan en la tabla 11 las muestras realizadas según las adiciones de porcentajes de nanotubos y en la Figura 54, se verifica que el porcentaje de permeabilidad sube a un 3.11% con adición del 11.5% de NTC, el porcentaje incrementa en un 5.73% con adición de nanotubo de 13%, el porcentaje disminuye en un -16.45% con adición de 14.5% de NTC con relación al concreto patrón.

Objetivo específico 2: Conocer las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono.

Resistencia a compresión del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Adicionando Nanotubos de carbono en dosificaciones de 0%, 11.5%, 13% y 14.5% Norma ASTM C-39



Figura 44. Realización de la prueba

Figura 45. Rotura de probeta

Tabla 22. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 7 días de rotura de probetas

muestras	resistencia a compresión $f'c$ (kg/cm ²)			promedio
Patrón	240	216	221	226
Adición 11.5% de NTC	281	280	226	262
Adición 13.% de NTC	320	326	317	321
Adición 14.5.% de NTC	219	225	222	222

Fuente: Elaboración propia.

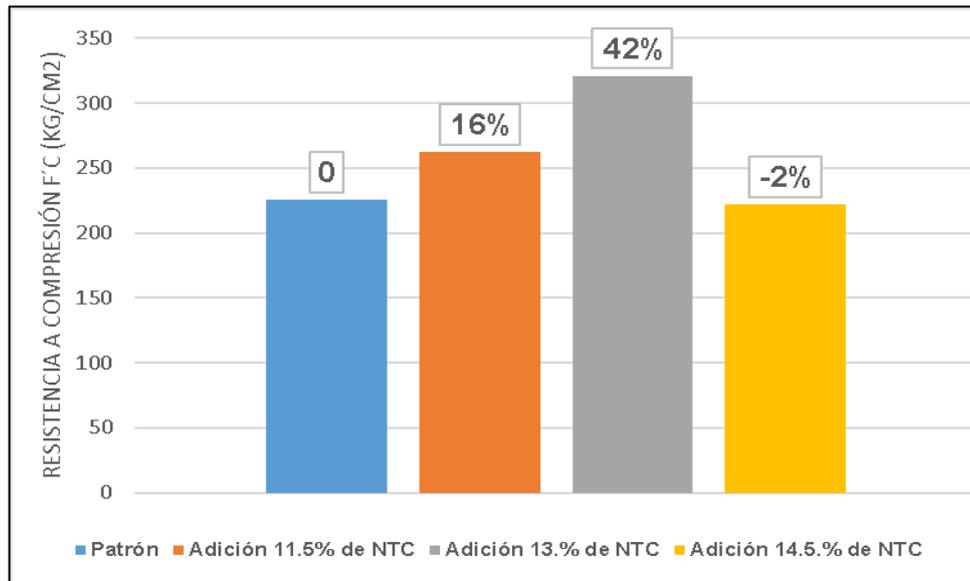


Figura 46. Promedio en porcentajes a la resistencia a la compresión a los 7 días

Como observamos en la tabla 12 se evidencia los distintos resultados a las pruebas realizadas y en figura N° 57 se observa los porcentajes de la resistencia a la compresión que aumenta en 16% con adición de 11.5% de NTC, aumenta al 42% con adición de 13% de NTC, disminuye 2% con adición de 14.5% de NTC, todo ello con relación al concreto patrón.



Figura 47. Realización de prueba a 14 días



Figura 48. Ensayo a la resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 23. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 14 días de roturas de probetas

muestras	resistencia a compresión f'c (kg/cm2)			promedio
Patrón	240	245	216	234
Adición 11.5% de NTC	279	281	280	280
Adición 13.% de NTC	327	326	326	326
Adición 14.5.% de NTC	236	230	231	232

Fuente: Elaboración propia.

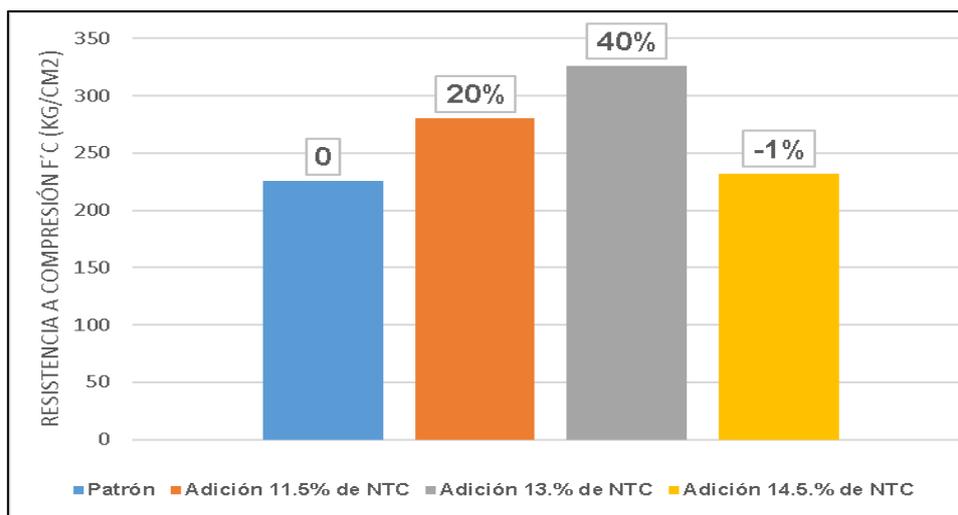


Figura 49. Vista de los Porcentajes a los 14 días

Como observamos en la tabla 13 se evidencia los distintos resultados a las pruebas realizadas y en figura N° 60 se observan los porcentajes de la resistencia a la compresión que aumenta en 20% con adición de 11.5% de NTC, aumenta al 40% con adición de 13% de NTC, disminuye 1% con adición de 14.5% de NTC, todo ello en relación a la muestra patrón.



Figura 50. Ensayo a la resistencia a la compresión a los 28 días



Figura 51. Imagen de rotura a los 28 días

Tabla 24. Ensayo de la resistencia a la compresión a los 28 días de roturas de probetas

muestras	resistencia a compresión f'_c (kg/cm ²)			promedio
Patrón	285	282	284	284
Adición 11.5% de NTC	345	337	346	343
Adición 13.% de NTC	358	355	357	357
Adición 14.5.% de NTC	249	248	255	251

Fuente, Elaboración propia (2023)

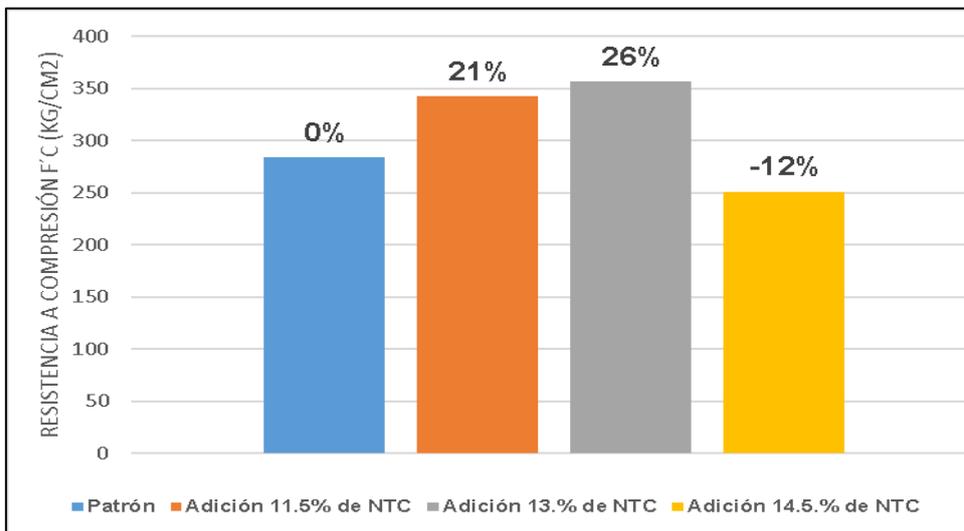


Figura 52. Porcentajes de muestras a los 28 días

Como observamos en la tabla 14 se evidencia los distintos resultados a las pruebas realizadas y en figura 63 se observa los porcentajes de la resistencia a la

compresión que aumenta en 21% con adición de 11.5% de NTC, aumenta al 26% con adición de 13% de NTC, disminuye 12% con adición de 14.5% de NTC, todo ello con relación al concreto patrón.

Resistencia a flexo tracción del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Adicionando Nanotubos de carbono en dosificaciones de 0%, 11.5%, 13% y 14.5% con rotura a los 28 días



Figura 53. Ensayo a la resistencia a la flexo tracción a los 28 días

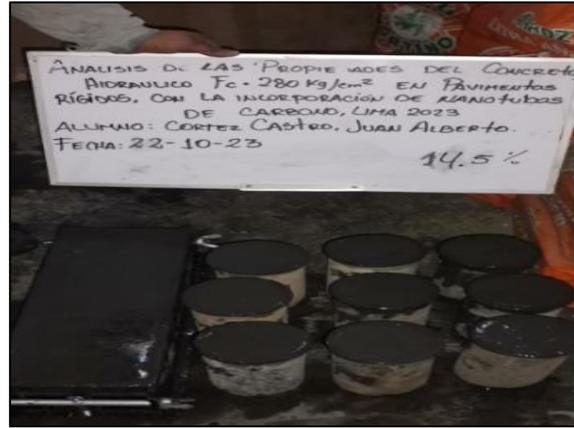


Figura 54. Ensayo a la resistencia a la flexo tracción a los 28 días

Tabla 25. Ensayo de la resistencia a flexo tracción a los 28 días de roturas de probetas.

Muestras	Resistencia a flexotracción			Promedio
Patrón	58.5	58.5	58.6	59
Adición 11.5% de NTC	122.7	121.5	121.6	122
Adición 11.5% de NTC	142	142.4	142.3	142
Adición 11.5% de NTC	112.2	112	112.6	112

Fuente, Elaboración propia.

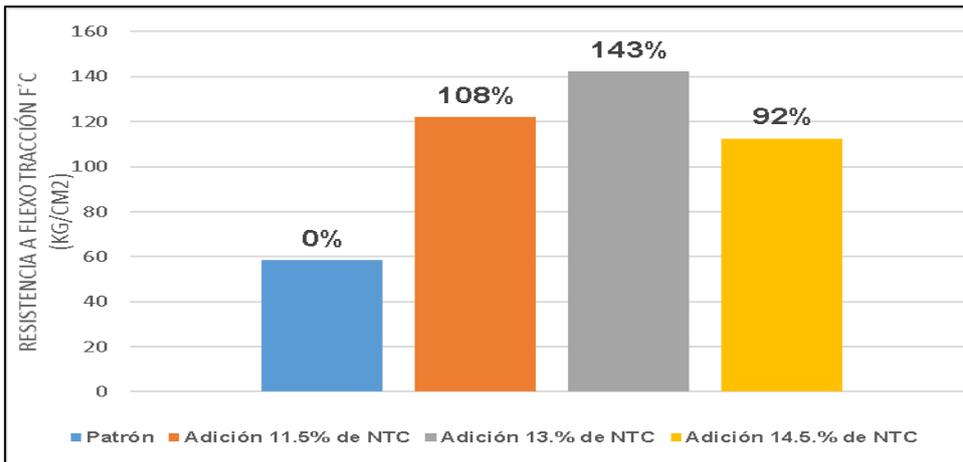


Figura 55. Porcentajes a resistencia a flexo tracción a los 28 días

Como observamos en tabla 15 se evidencia los distintos resultados a las pruebas realizadas y en figura 66 se observa los porcentajes de la resistencia a flexo tracción que aumenta en 108% con adición de 11.5% de NTC, aumenta al 143% con adición de 13% de NTC, aumenta el 92% con adición de 14.5% de NTC, todo ello con relación al concreto patrón.

Objetivo específico 3: determinar el porcentaje adecuado de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280$ kg/cm².

Propiedades físicas del concreto

Trabajabilidad del concreto

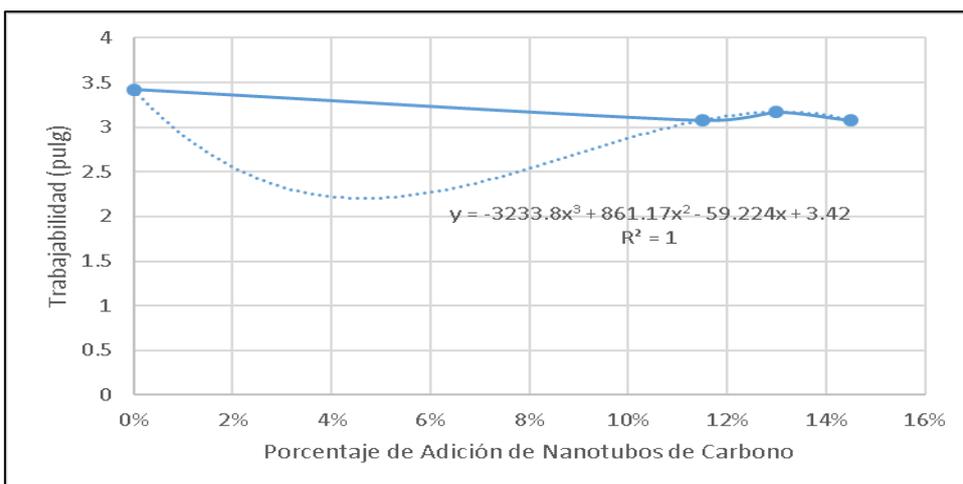


Figura 56. Porcentaje óptimo de trabajabilidad

Tabla 26. *Porcentaje óptimo de trabajabilidad.*

X	Y
0	3.42
1%	2.91
2%	2.55
3%	2.33
4%	2.22
5%	2.21
6%	2.27
7%	2.38
8%	2.54
9%	2.71
10%	2.88
11%	3.02
11.5%	3.08
12%	3.13
13%	3.17
13.5%	3.16
14%	3.13
14.5%	3.08
15%	3.00
16%	2.74

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de trabajabilidad del concreto fresco adicionando nanotubos de carbono con diferentes adiciones, se realizó una curva de tendencia para verificar el porcentaje óptimo de adicionar nanotubo de carbono, se observa en la figura 67, La ecuación que se muestra en la curva es la siguiente:

$$y = -3233.8x^3 + 861.17x^2 - 59.224x + 3.42$$

$$R^2 = 1$$

Después de realizar un análisis con la ecuación mostrada de la variación de tendencia y dando los valores en eje "X", se muestra el porcentaje óptimo que sería el 13%, donde la trabajabilidad tiene 3.17 pulg, ver tabla 16, que llega a ser la mayor trabajabilidad con adición de nanotubo de carbono y de ahí empieza a descender la trabajabilidad.

Temperatura de concreto fresco

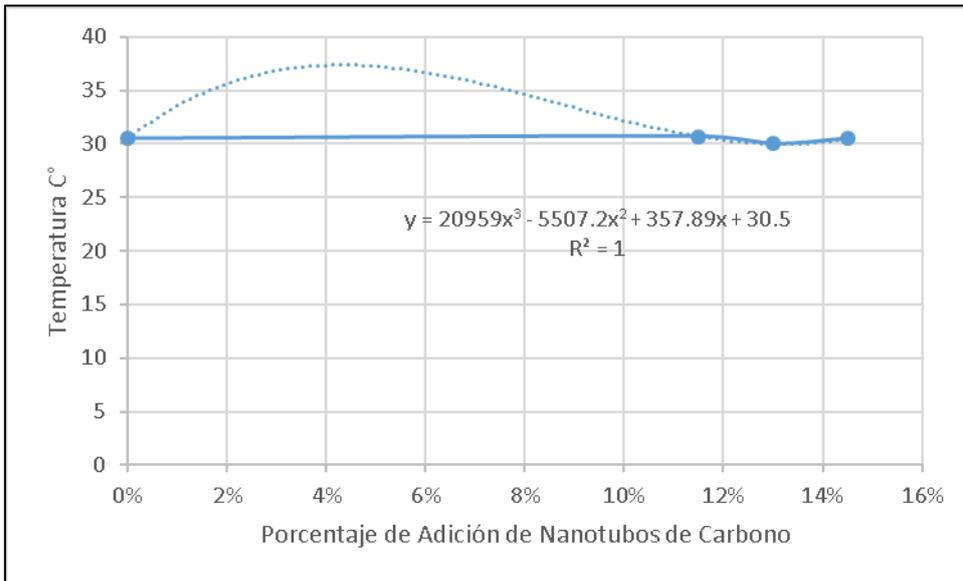


Figura 57. Porcentaje óptimo de temperatura con adición de Nanotubo de Carbono

Tabla 27. Porcentaje óptimo de temperatura

X	Y
0	30.50
1%	33.55
2%	35.62
3%	36.85
4%	37.35
5%	37.25
6%	36.67
7%	35.76
8%	34.62
9%	33.38
10%	32.18
11%	31.13
11.5%	30.70
12%	30.36
13%	30.00
13.5%	30.01
14%	30.17
14.5%	30.50
15%	31.01
16%	32.63

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las respuestas obtenidos en laboratorio de los ensayos de temperatura del concreto fresco agregando nanotubo de carbono con diferentes adiciones, se realiza una curva de tendencia para verificar el porcentaje óptimo de adición de nanotubo de carbono, se observa en la figura 68, La ecuación que se muestra en la curva es la siguiente:

$$y = 20959x^3 - 5507.2x^2 + 357.89x + 30.5$$

$$R^2 = 1$$

Después de realizar un análisis con la ecuación mostrada de la curva de tendencia y dando los valores en eje "X", se obtuvo el porcentaje optimo que sería el 13%, donde la temperatura tiene 30C°, ver tabla 17, que llega a ser el mayor y el mejor grado de temperatura del concreto Adicionando NTC.

Permeabilidad de concreto

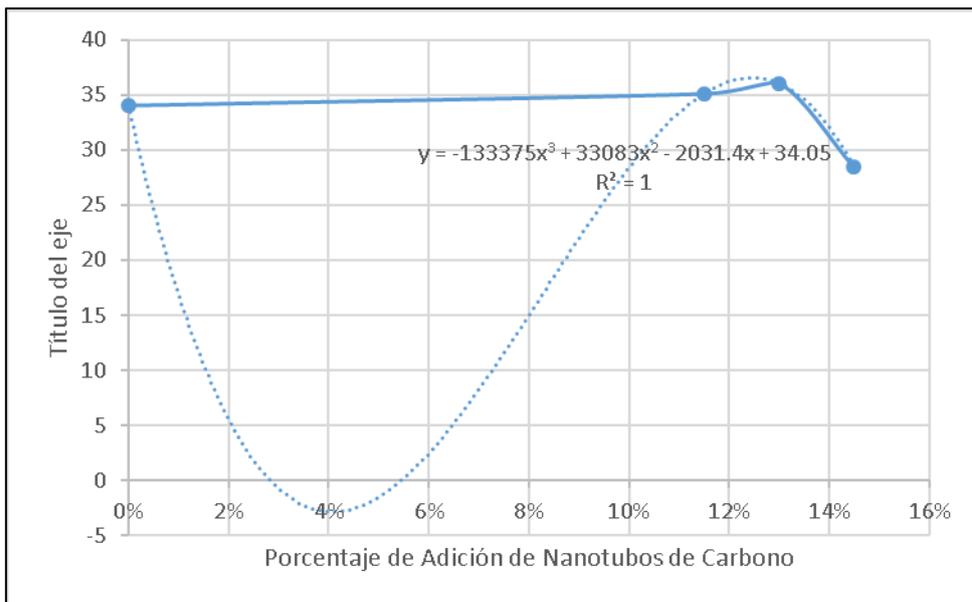


Figura 58. Porcentaje óptimo de permeabilidad en concreto adicionando el NTC

Tabla 28. Porcentaje óptimo de permeabilidad

X	Y
0	34.05
1%	16.91
2%	5.59
3%	-0.72
4%	-2.81
5%	-1.48

6%	2.46
7%	8.21
8%	14.98
9%	21.97
10%	28.37
11%	33.38
11.5%	35.11
13%	36.05
13.5%	34.60
14%	32.10
14.5%	28.46
15%	23.57

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de permeabilidad del concreto fresco adicionando nanotubos de carbono con diferentes adiciones, se realizó una curva de tendencia para identificar el porcentaje óptimo de adición de nanotubo de carbono, como se observa en la figura 69, La ecuación que se describe en la curva es la siguiente:

$$y = -133375x^3 + 33083x^2 - 2031.4x + 34.05$$

$$R^2 = 1$$

Después de realizar un análisis con la ecuación mostrada de la curva de tendencia y dando los valores en eje "X", se obtuvo el porcentaje óptimo que sería el 13%, donde la permeabilidad máxima de 36.05mm ver tabla 18, que llega a ser la mayor permeabilidad del concreto con adición de nanotubo de carbono.

Propiedades mecánicas del concreto

Resistencia a compresión

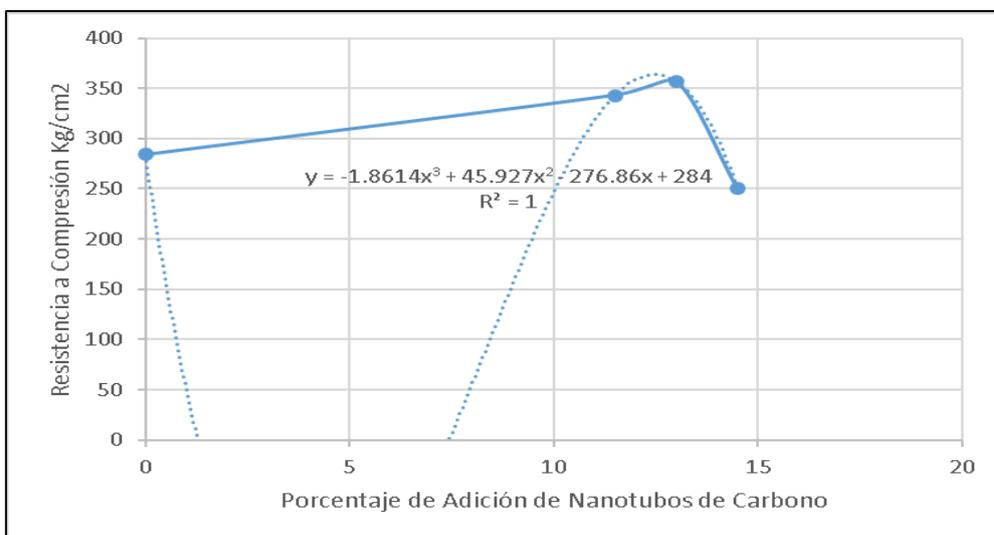


Figura 59. Porcentaje óptimo de resistencia compresión con adición de nanotubo de carbono.

Tabla 29. Porcentaje óptimo de resistencia a compresión

X	Y
0	284.00
11	318.18
11.5	343.00
12	358.67
13	356.99
13.5	336.84
14	301.97
14.5	250.97
15	182.45

Fuente: Elaboración propia

Las conclusiones alcanzadas en laboratorio de los estudios efectuados a la resistencia a compresión, adicionando nanotubos de carbono con distintas proporciones, se desarrolló una curva de tendencia para identificar el porcentaje óptimo de adición de nanotubo de carbono, como se observa en la figura 70, La ecuación que se describe en la curva es la siguiente:

$$y = -26893x^2 + 3785.9x + 283.18$$

$$R^2 = 0.7383$$

Después de realizar un análisis con la ecuación mostrada de la curva de tendencia y dando los valores en eje "X", se obtuvo el porcentaje optimo que sería el 13%, donde la resistencia máxima de 356.99 kg/cm² ver tabla 19, que llega a ser el mayor porcentaje de resistencia del concreto adicionando el nanotubo de carbono.

Resistencia a flexo tracción

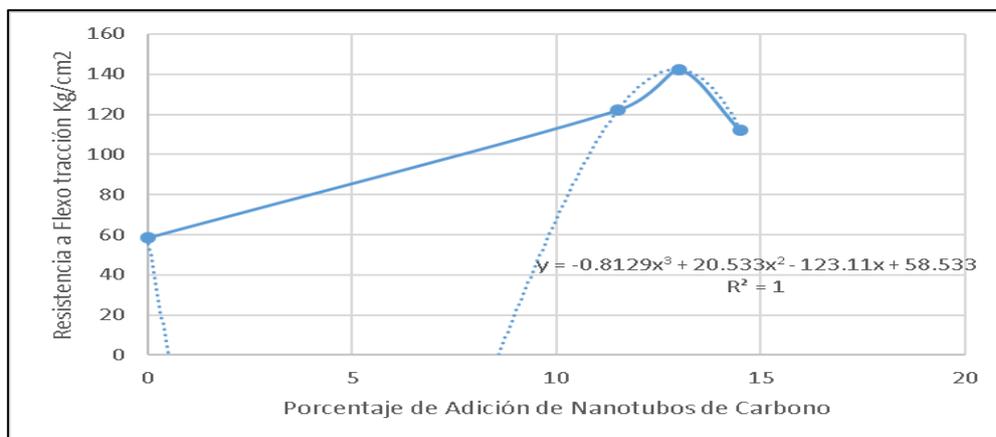


Figura 60. Porcentaje óptimo de resistencia a flexotracción con adición de nanotubo de carbono.

Tabla 30. Porcentaje óptimo de resistencia a flexotracción

X	Y
0	58.53
10	67.83
11	106.85
11.5	121.94
12	133.27
13	142.24
13.5	138.65
14	128.86
14.5	112.27
15	88.27
16	15.58

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos en laboratorio de los ensayos de resistencia a flexotracción, adicionando nanotubos de carbono con diferentes proporciones, se realizó una curva de tendencia para identificar el porcentaje óptimo de adición de nanotubo de carbono, como se observa en la figura 71, La ecuación que se describe en la curva es la siguiente:

$$y = -0.8129x^3 + 20.533x^2 - 123.11x + 58.533$$

$$R^2 = 1$$

Después de realizar un análisis con la ecuación mostrada de la curva de tendencia y dando los valores en eje "X", se obtuvo el porcentaje optimo que sería el 13%, donde la resistencia máxima de 142.24 kg/cm² ver tabla 20, que llega a ser el mayor porcentaje de resistencia del concreto con adición de nanotubo de carbono.

4.5 Contrastación de hipótesis

Contraste de hipótesis: Nanotubos de Carbono_propiedades físicas del concreto hidráulico f'c=280kg/cm² en pavimentos rígidos.

H0: La incorporación de nanotubos de carbono no influye de manera notable en la mejora de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

Ha: La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

Trabajabilidad.

De acuerdo a los ensayos realizados nos muestran como resultados que va siendo menos trabajable el concreto adicionando más porcentaje de nanotubos de carbono, ya que el patrón es de 3.41pulg, con adición de 11.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 3.08pulg, con adición de 13% de Nanotubo de carbono se obtuvo 3.17pulg, con adición de 14.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 3.08pulg, es decir que los porcentajes de adición influyen de manera óptima, pero siempre se encuentra en el rango del concreto patrón de 2 a 4 pulgadas.(ver figura 48)

Temperatura

De acuerdo a los ensayos realizados nos muestran que la temperatura no varía mucho de acuerdo al concreto patrón, ya que el patrón se obtuvo 30.5°C , con adición de 11.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 30.7°C , con adición de 13% de Nanotubo de carbono se obtuvo 30.0°C , con adición de 14.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 30.5°C , es decir que los porcentajes de adición se mantienen en el rango adecuado de temperatura. (ver tabla 10)

Permeabilidad

De acuerdo a los ensayos realizados nos muestran que la permeabilidad de penetración de agua aumenta y disminuye a mayor adición, ya que el patrón se obtuvo 34.05mm, con adición de 11.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 35.11mm, con adición de 13% de Nanotubo de carbono se obtuvo 36.0mm, con adición de 14.5% de Nanotubo de carbono se obtuvo 28.45mm, es decir que a

mayor adición de NTC la penetración de agua aumenta hasta el 13% de adición y de ahí disminuye (ver tabla 11)

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la hipótesis de adicionar nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

Contraste de hipótesis: Nanotubos de Carbono_propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

H_0 : La incorporación de Nanotubos de Carbono no influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

H_a : La incorporación de Nanotubos de Carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

Resistencia a la compresión

El resultado de las rupturas de probetas cilíndricas se aprecia el incremento de las propiedades a medida que se aumenta la adición de nanotubos Carbono hasta el porcentaje de 13% y de ahí comienza a descender la resistencia, pero siempre es mayor la resistencia con respecto al concreto patrón, por ende la hipótesis de adicionar nanotubo de carbono, si influye positivamente pero hasta un máximo del 13% de adicionar el nanotubo de carbono. Ver tabla 14

Resistencia a FlexoTracción

El resultado de las rupturas de viguetas se aprecia el incremento de las propiedades a medida que se aumenta la adición de nanotubos Carbono hasta el porcentaje de 13% y de ahí comienza a descender la resistencia, pero siempre es mayor la resistencia con respecto al concreto patrón, por ende, la hipótesis de adicionar

nanotubos de carbono, si influye positivamente, pero hasta un máximo del 13% de adición de nanotubos de carbono. Ver tabla 15

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la hipótesis de adicionar nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

Contraste de hipótesis: Nanotubos de Carbono_porcentaje optimo del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos.

H_0 : El porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono no se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%.

H_a : El porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%.

Porcentaje optimo

Analizando todos los resultados obtenidos en las propiedades del concreto tanto físicas como en las mecánicas adicionando porcentajes de nanotubo de carbono al concreto hidráulico, llegamos a la conclusión que el porcentaje óptimo se encuentran entre los porcentajes del 11.5% y 14.5% respectivamente, ya que los valores obtenidos entre estos porcentajes son favorables y maximizan la resistencia del concreto, haciéndolo un material que se pueda trabajar en construcción.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%, siendo el porcentaje óptimo de 13%.

V DISCUSIÓN

Pawel Sikora et al (2019) según su investigación “Influencia de la nano sílice en las propiedades mecánicas, la sortividad y la microestructura del hormigón ligero.”, la investigación se realizó en Polonia 2019, la investigación indicó que en el comportamiento de la pasta a altas temperaturas (300, 450 y 600°C) y con adicionar Nanotubo de paredes múltiples y Nanosílice en cantidades de adición del 0%, 1%, 2% y 4% tuvieron mejores resultados a las mezclas en las propiedades del concreto, a mayor cantidad (> 1%) del NS se obtuvieron los mejores resultados, porque contribuyó a la compactación de la matriz LWAC y modificó el sistema de vacíos de aire, refinando la estructura de poros finos, lo que tradujo una mejora en la trabajabilidad, En contraste con nuestra investigación nos indicaron que la mejora en la temperatura del concreto no varió de acuerdo al concreto patrón ya que siempre se mantuvo en el rango del 30°C a 31°C, esto nos indica que la adición del nanotubo de carbono no afecta en la trabajabilidad y propiedades físicas del concreto, al contrario la inclusión del Nanotubo de carbono, mantiene la temperatura normal del concreto.

Galan, Nieto (2021) en su investigación “Propuesta de mejora de la permeabilidad del concreto expuesto a sulfatos mediante el uso de los nanotubos de carbono para obras portuarias,”. La investigación se realizó en la provincia constitucional del Callao, Perú 2021, la investigación fue disminuir la permeabilidad del concreto de las estructuras ubicadas cerca al mar, donde los resultados indicaron que la profundidad de penetración del agua disminuye de acuerdo a la adición en porcentaje de NTC en la penetración del agua, a los 28 días se reduce, obteniendo los valores de 4 cm, 2.1 cm y 0.8 cm para las mezclas NTC-0.05, NTC-0.10 y NTC-0.15 que corresponde a un 33%, 65% y 86% menos al concreto patrón NTC-0. De la investigación realizada se obtuvo que la permeabilidad se mantuvo en un rango promedio hasta la adición del 13% de nanotubo de carbono, indicando que en la adición de 11.5% de nanotubo de carbono se obtuvo el 35.11mm de profundidad de penetración, en la adición de 13% de nanotubo de carbono se obtuvo el 36.14mm de profundidad de penetración, en la adición de 14% de nanotubo de carbono se obtuvo el 28.45mm de profundidad de penetración, lo que nos indica

que el concreto es más permeable a mayor cantidad de adición de nanotubo de carbono.

Oscó, Jean (2022) en su investigación “Estudio de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación”, el estudio exhaustivo se realizó en la ciudad de Lima – 2022, La resistencia a la compresión a los 28 días varió de 330.8 kg/cm², 352.6 kg/cm² y 342.4 kg/cm² para adiciones de concreto convencional, (concreto convencional + 1% de NTC) y (concreto convencional + 1.5% de NTC) respectivamente y La resistencia a la flexión a los 28 días varió de 4.7MPa (48.27kg/cm²), 5MPa (50.99kg/cm²) y 4.7MPa (47.5950.99kg/cm²) para adiciones de concreto convencional, (concreto convencional + 1% de NTC) y (concreto convencional + 1.5% de NTC) respectivamente. De la investigación realizada se obtuvo en la adición del 11.5% de NTC 353 kg/cm², de la adición de 13% de NTC se obtuvo 357kg/cm², de la adición de 14.5% de NTC se obtuvo 251kg/cm² lo cual nos muestra que los resultados fueron positivos en el incremento de resistencia del concreto hasta una adición del 13% de NTC.

Jacinto, Yovana (2022) en su investigación “Propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos con adición de nanotubos de carbono, Arequipa-2022” realizó el estudio comparativo al adicionar nanotubo de carbono en las propiedades físicas del concreto $f'c=280$ kg/cm². La investigación fue realizada en Arequipa – Perú y se realizaron adiciones de nanotubos de carbono en 0%, 5%, 10% y 15% y se obtuvieron los resultados en la resistencia del concreto de 326kg/cm² con adición de 5% de NTC, 345kg/cm² con adición de 10% de NTC, 320.33kg/cm² con adición de 15% de NTC, lo que muestra que la resistencia se incrementa con la adición de nanotubo pero hasta un porcentaje máximo de 10% de adición de NTC, de ahí la resistencia disminuye, los porcentajes aumentaron, pero disminuye a mayor del 10% de NTC, Para nuestra investigación nos mostraron resultados favorables con respecto al concreto patrón, las adiciones fueron 0%, 11.5%, 13% y 14.5% de incorporar Nanotubo de carbono con respecto al concreto patrón, y los resultados fueron de 343 kg/cm², 357 kg/cm², 251 kg/cm²

respectivamente con las adiciones mostradas de nanotubo de carbono, lo que nos muestra un incremento a la resistencia hasta la adición del 13%.

Oscó, Jean (2022) en su investigación “estudio de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación”, la investigación se realizó en la ciudad de Lima – 2022, Se concluyó que para el concreto convencional con 1% de nanotubos de carbono influyó positivamente y fue la más óptima, teniendo como resultados mejora en las resistencias a compresión con 352.6 kg/cm² y a flexión con 5MPa(50.99kg/cm²) frente al concreto convencional(patrón de 330.8Kg/cm²), ya que para la adición del 1.5% de nanotubos de carbono a resistencia fue 342.4 kg/cm² y a flexión 47.59 kg/cm², y mostrando el mejor porcentaje del 1%. En contraste con nuestra investigación realizada a la resistencia de flexo tracción se obtuvo, que adicionando el 11.5% de NTC se obtuvo 122kg/cm², adicionando 13% de NTC se obtuvo 142kg/cm², adicionando 14.5% de NTC se obtuvo 112kg/cm², según los resultados obtenidos se muestra que el porcentaje óptimo es el 13% de adición de nanotubos de carbono.

Lopez, J.P (2022) en su investigación “Influencia de los nanotubos de carbono en el comportamiento del hormigón y del hormigón reforzado con fibras” La investigación se realizó en Rio de Janeiro, Brasil 2022, se realizó el estudio de agregar nanopartículas que se pueden utilizar para reforzar la matriz del cemento para actuar a nivel de su nanoestructura, la investigación estudia el comportamiento del hormigón que contiene la incorporación de nanotubos de carbono y también del hormigón armado con fibras de acero, esta investigación tiene como objetivo evaluar mejoras en la respuesta del hormigón y fibras de acero de concreto armado, para lo cual se realizaron estudios de compresión y flexión sobre las probetas, las respuestas fueron que aumento la resistencia a la compresión y flexión del hormigón cuando se agregaron los nanotubos de carbono. La presencia de CNT en la matriz de cemento en cantidades del 0,05% proporcionó un aumento de la resistencia a la compresión del 7,7% respecto al hormigón de referencia. Sin embargo, para el 0,10% y el 0,15% de CNT hubo una caída en el valor de la resistencia a la compresión. El hormigón con 0,05% de CNT mostró un aumento del 9% en la resistencia a la flexión en comparación con el hormigón de referencia.

Los hormigones que contenían CNT en proporciones de 0,10% y 0,15% mostraron una disminución en la resistencia a la flexión. De la investigación realizada se obtuvo que los resultados a resistencia de compresión se obtuvieron, que adicionando el 11.5% de NTC se obtuvo 343kg/cm², adicionando 13% de NTC se obtuvo 357kg/cm², adicionando 14.5% de NTC se obtuvo 251kg/cm², según los resultados obtenidos se muestra que el porcentaje optimo es el 13% de adición de nanotubos de carbono.

VI CONCLUSIONES

- 1.- En las adiciones de Nanotubos de carbono en porcentajes de 11.5%, 13% y 14.5% al concreto hidráulico de 280kg/cm² en las propiedades físicas, influyeron de manera óptima, La trabajabilidad no varía en el rango de adición de nanotubo de carbono y se mantiene en el rango de 2 a 3 pulgadas haciéndolo trabajable la mezcla, en la temperatura siempre se mantiene en el rango de 30°C a 31°C con las adiciones de nanotubos, Además de indicar que la permeabilidad disminuye al mayor porcentaje de adición de nanotubos de carbono, por ende no sería un concreto permeable a mayor adición de NTC. La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos
- 2.- En las adiciones de Nanotubos de carbono en porcentajes de 11.5%, 13% y 14.5% al concreto hidráulico de 280kg/cm² en las propiedades mecánicas, influyeron de manera óptima en la resistencia a la compresión y flexo tracción, donde se obtuvieron resultados favorables, ya que adicionando los porcentajes propuestos la resistencia del hormigón aumenta notablemente con respecto al concreto patrón. La incorporación de Nanotubos de Carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos
- 3.- En porcentaje optimo en las adiciones de Nanotubos de carbono se encuentran entre el 11.5% y 14.5% al concreto hidráulico de 280kg/cm². Teniendo los resultados favorables en las muestras realizadas tanto a las características físicas y mecánicas del concreto, se podría indicar como conclusión que el porcentaje optimo al adicionar el Nanotubo de carbono se encuentra en el 13%. El porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%

VII RECOMENDACIONES

- 1.- Usar el material de la cantera romana, que tiene un buen comportamiento para las propiedades físicas del concreto con la adición de nanotubo de carbono, en trabajabilidad y temperatura se comporta en los rangos del concreto patrón, pero en permeabilidad, a mayor adición el concreto se hace más permeable, además se recomienda realizar estudios adicionando otro tipo de aditivo para mejorar la permeabilidad.
- 2.- Emplear otro diseño de mezcla, distinta a la presentada en los ensayos de 280Kg/cm², ya que se comprobó que tiene buen comportamiento en las resistencias de compresión y flexotracción,
- 3.- Realizar ensayos en otras proporciones ya verificados, ya que el mejor porcentaje de adición de nanotubo de carbono a la mezcla de concreto con el diseño de mezcla de 280kg/cm², es de 13% de adición de nanotubo de carbono, ya que se observó que la resistencia mayor llegó en el porcentaje de adición que se indica. Además, las mejores dosificaciones nos ayudan a ahorrar en costo, ya que el material es costoso.

REFERENCIAS

BABBIE, conde. Diseño de la investigación. *La práctica de la investigación social*, 2010, vol. 12

Baek, Y., Lim, H., & Kwon, S. (2021). Effect of carbon nanotubes on fatigue resistance of concrete. *Construction and Building Materials*, 290, 123195. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123195

BAUCE, Gerardo; CÓRDOVA, Miguel; AVILA, Ana. Operacionalización de variables. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"*, 2018, vol. 49, no 2, p. 43.

BAUGHMAN, Ray H.; ZAKHIDOV, Anvar A.; DE HEER, Walt A. Carbon nanotubes-
-the route toward applications. *science*, 2002, vol. 297, no 5582, p. 787-792.

BERNAL, Bartolomé Vázquez; PÉREZ, Roque Jiménez; JIMÉNEZ, Vicent Mellado. Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2010, p. 417-432.

BINICI, Hanifi, et al. El efecto de la distribución del tamaño de partícula sobre las propiedades de los cementos adicionados que incorporan GGBFS y puzolana natural (NP). *Tecnología de polvo*, 2007, vol. 177, nº 3, pág. 140-147.

BRYMAN, Alan. *Métodos de investigación social*. Prensa de la universidad de Oxford, 2016.

CAMPBELL, Donald T.; RIECKEN, HW Diseño cuasiexperimental. *Enciclopedia internacional de las ciencias sociales*, 1968, vol. 5, nº 3, pág. 259-263.

Chen, X., Li, H., & Zhou, J. (2019). Effects of carbon nanotubes on durability of cement-based composites. *Construction and Building Materials*, 201, 79-86. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.115

CRESWELL, John W. *Investigación educativa: planificación, realización y evaluación de investigaciones cuantitativas y cualitativas*. Pearson Education, Inc., 2012.

CRESWELL, John W.; MILLER, Dana L. Determinación de la validez en la investigación cualitativa. *De la teoría a la práctica*, 2000, vol. 39, nº 3, pág. 124-130.

FOWLER, F. J. *Survey research methods*. 5th ed. SAGE Publications, 2013.

FRANKFORT-NACHMIAS, C., NACHMIAS, D., & DEWAARD, J. *Research Methods in the Social Sciences*. 8th ed. Worth Publishers, 2015

GALÁN FIESTAS, Mary Isabel; NIETO JAIMES, Marco Antonio. Propuesta de mejora de la permeabilidad del concreto expuesto a sulfatos mediante el uso de los nanotubos de carbono para obras portuarias, en la provincia constitucional del Callao, Perú.

García, A., Rodríguez, M., & Vargas, J. (2019). Effect of carbon nanotubes on mechanical properties and wear resistance of concrete. *Construction and Building Materials*, 201, 312-319. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.066

GONZÁLES, José Luis Arias, et al. Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Espacio I+ D, Innovación más desarrollo*, 2021, vol. 10, no 28.

HUANG, junio; RODRIGUE, Denis; GUO, Peipei. Efecto de los nanotubos de carbono de paredes múltiples en el rendimiento de flexión de los compuestos a base de cemento. *Archivos de Ingeniería Civil y Mecánica*, 2021, vol. 21, nº 2, pág. 80.

IGUAL, Reconocimiento–No Comercial–Compartir. Citar la información. ISO 690: 2010. Otros métodos de cita.

ISHTIAQ, Muhammad, et al. Reseña del libro Creswell, JW (2014). Diseño de investigación: enfoques de métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos. Thousand Oaks, CA: Sabio. *Enseñanza del idioma inglés*, 2019, vol. 12, nº 5, pág. 40

JACINTO, Quispe and YOVANA, Ruth, 2022. Propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos con adición de nanotubos de carbono, Arequipa - 2022. Online. Lima: Universidad César Vallejo. [Accessed 26 May 2023]. Retrieved from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92200>

JOPPE, M. The Research Process. 1st ed. Pearson Education Canada, 2000.

KONSTA-GDOUTOS, Maria S.; METAXA, Zoi S.; SHAH, Surendra P. Materiales a base de cemento reforzado con nanotubos de carbono altamente dispersos. *Investigación sobre cemento y hormigón*, 2010, vol. 40, nº 7, pág. 1052-1059.

LI, G. Y.; WANG, P. M.; ZHAO, X. Mechanical behavior and microstructure of cement composites incorporating surface-treated multi-walled carbon nanotubes. *Carbon*, 2005, vol. 43, no 6, p. 1239-1245.

LOPES, Joao Pedro, et al. Influencia de los nanotubos de carbono en el comportamiento del hormigón y hormigón reforzado con fibra (FRC). *Materia* (Río de Janeiro) , 2022, vol. 27

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo JM. Concreto. Microestructura, propiedades e materiais, 2014, vol. 2.

Metaxa, Z., Konsta-Gdoutos, M., & Shah, S. (2019). "Effects of nanoparticles on the mechanical properties of cementitious materials". *Journal of Nanomaterials and Nanotechnology*, 9(2), 45-61.

MINDESS, Sidney, YOUNG, Francis J and DARWIN, David, 2003. Concrete / S. Mindess, J.F. Young, D. Darwin. Online. [Accessed 26 May 2023]. ISBN 0130646326. Retrieved from: <https://books.google.com/books/about/Concrete.html?hl=es&id=euMXnwEACAAJ>

NAZAR, Sohaib, YANG, Jian, AMIN, Muhammad Nasir, KHAN, Kaffayatullah, JAVED, Mohammad Faisal and ALTHOEY, Fadi, 2023. Formulation of estimation models for the compressive strength of concrete mixed with nanosilica and carbon nanotubes. *Developments in the Built Environment*. Online. 1 March 2023. Vol. 13, pp. 100113. [Accessed 28 May 2023]. DOI 10.1016/J.DIBE.2022.100113

Nazar, Sohaib & Yang, Jian & Ahmad, Ayaz & Shah, Syed. (2022). Comparative Study of Evolutionary Artificial Intelligence Approaches to Predict the Rheological Properties of Fresh Concrete. *Materials Today Communications*. 32

NAZAR, Sohaib, et al. Formulación de modelos de estimación de la resistencia a compresión de hormigones mixtos con nanosílice y nanotubos de carbono. *Desarrollos en el entorno construido*, 2023, vol. 13, pág. 100113.

NEVILLE, Adam M. and BROOKS, J. J., 2010. Concrete technology. 2da. Prentice Hall. ISBN 0273732196.

Neville, AM y Brooks, JJ (2010) Tecnología del hormigón. Segunda edición, Pearson Education Ltd., Londres.

OSCO POMPILLA, Jean Carlos Oscar. Estudio de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima. 2023.

ODOM, Teri W.; HUANG, Jin-Lin; KIM, Philip; LIEBER, Charles M. Atomic structure and electronic properties of single-walled carbon nanotubes. *Nature*, 1998, vol. 391, no 6662, p. 62-64.

RANGEL, R. Operacionalización de variables. *Revista del Instituto Nacional de Higiene*, 2018.

RIBEIRO, André Valmir Saugo, et al. Alternativa para reducir el consumo de cemento Portland en hormigón: uso de nanotubos de carbono. 2023.

Retrieved from: <https://www.buscalibre.pe/libro-concrete-microstructure-properties-and-materials-libro-en-ingles/9780071797870/p/39262819>

Rojas, J., Sánchez, P., & Quispe, M. (2020). "Análisis del deterioro de pavimentos en la Panamericana Norte y su impacto en la seguridad vial". *Revista de Ingeniería Civil y Transporte*, 15(3), 122-134.

RUBÍN, Allen; BABBIE, Earl R. *Serie Empowerment: Métodos de investigación para el trabajo social*. Cengage Learning, 2016.

S. Mindess, J. F. Young and D. Darwin, "Concrete," 2nd Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2003

SIKORA, Pawel, et al. Evaluación de los efectos de la nanosílice en las propiedades de los materiales de hormigón ligero y ultraligero utilizando enfoques basados en imágenes. *Construcción y materiales de construcción*, 2020, vol. 264, pág. 120241.

SAITO, Riichiro; DRESSELHAUS, Mildred S.; DRESSELHAUS, Gene. *Physical properties of carbon nanotubes*. World Scientific, 1998.

ZHANG, Peng, SU, Jia, GUO, Jinjun and HU, Shaowei, 2023. Influence of carbon nanotube on properties of concrete: A review. *Construction and Building Materials*. Online. 10 March 2023. Vol. 369, pp. 130388. [Accessed 26 May 2023]. DOI 10.1016/J.CONBUILDMAT.2023.130388.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

Título: "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023"					
Autor: Cortez Castro Juan Alberto					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 01 Nanotubos de Carbono	Los nanotubos de carbono (NTCs) son alótropos del carbono, como el diamante, el grafito o los fullerenos. Existen diferentes tipos de NTC's en función de las capas de grafito que los forman, estos pueden ser nanotubos de carbono de pared sencilla (SWCNT's) y nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT's) (Marcondes et al., 2015).	Los dos principales desafíos para la introducción de nanotubos de carbono en mezclas de concreto son: la homogenización y distribución de los nanotubos en la mezcla y estudiar la interacción de los NTCs con los compuestos resultantes de la hidratación del cemento. Este último aspecto puede ser interpretado como la necesidad de entender las mudanzas proporcionadas por la adición de las NTCs en compuestos de cemento portland tales como: alteraciones en la microestructura, en la cinética de las reacciones de hidratación, en la adherencia pasta agregados entre otras (Marcondes et al., 2015).	Porcentajes de adición de nanotubos de carbono (dosificación)	Dosificación de NTC's (0%, 11.5%, 13%, 14.5%)	Absoluta
			Características Técnicas	Densidad	Absoluta
				Resistividad Eléctrica	Intervalo
				Diámetro	Absoluta
Variable 02 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO $F'C=280 \text{ KG/CM}^2$ EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	Las principales propiedades promedio de los concretos de peso normal, peso ligero y autocompactable, respectivamente: resistencia a compresión (f_c), resistencia a tensión indirecta (f_t), resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura (f_r) y módulo de elasticidad (E_c) (Rojales et al., 2021).	Las propiedades del concreto se determinan a través de los ensayos en laboratorio, la resistencia varía de acuerdo a los días de rotura de las muestras. Se recomienda utilizar 2 muestras mínimas de ensayos para obtener un promedio de la resistencia (Rojales et al., 2021).	Propiedades Físicas	Trabajabilidad	Absoluta
				Temperatura	Intervalo
				Permeabilidad	Intervalo
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Absoluta
				Resistencia a la flexo tracción	Absoluta

ANEXO 2: Matriz de consistencia

Título: "Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023"						
Autor: Cortez Castro, Juan Alberto						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Independiente			
¿Cómo afecta la incorporación de nanotubos de carbono en el concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Lima 2023?	Analizar las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023	La incorporación de nanotubos de carbono influye positivamente en el concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Lima 2023	NANOTUBOS DE CARBONO	Dosificación	Dosificación de NTC's (0%, 11.5%, 13%, 14.5%)	Ficha de Recolección de datos
				Características técnicas	Densidad	Ficha de Resultado de Laboratorio
					Resistividad Eléctrica	Ficha de Resultado de Laboratorio
				Diámetro	Ficha de Resultado de Laboratorio	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	Dimensiones	Indicadores	
¿En que medida influye a las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, la incorporación de nanotubos de carbono	Conocer las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono	La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades físicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO $F'c=280\text{ KG/CM}^2$ EN PAVIMENTOS RÍGIDOS	Físicas	Trabajabilidad	Ficha de Resultado de Laboratorio
					Temperatura	Ficha de Resultado de Laboratorio
					Permeabilidad	Ficha de Resultado de Laboratorio
¿En que medida influye a las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono	Conocer las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono	La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera notable en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos		Mecánicas	Resistencia - Compresión	Ficha de Resultado de Laboratorio
¿Qué porcentaje de nanotubos de carbono es el adecuado para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$?	Determinar el porcentaje adecuado de nanotubos de carbono para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	El porcentaje óptimo para mejorar las propiedades del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ con nanotubos de carbono se encuentra en el rango de 11.5% a 14.5%			Resistencia flexo tracción	Ficha de Resultado de Laboratorio

Anexo 3: Instrumentos de Recolección de datos


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de nanotubos de carbono

"Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023"

Fecha:.....
 Numero de ficha:.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:.....

Parte A: Dosificación de nanotubos de carbono

11.5%	
13%	
14.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Adherlyn Ricardo Orellana Lazo

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 184702


 Firma y Sello


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de nanotubos de carbono

"Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023"

Fecha:.....
 Numero de ficha:.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:.....

Parte A: Dosificación de nanotubos de carbono

11.5%	
13%	
14.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Luis Santos, Puemape Calderón

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 184719


 FIRMA Y SELLO
 LUIS SANTOS
 PUEMAPE CALDERON
 INGENIERO CIVIL
 N.º REG. CIP. Nº 184719
 Firma y Sello


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de nanotubos de carbono

"Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023"

Fecha:.....
 Numero de ficha:.....

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: Localidad:.....

Parte A: Dosificación de nanotubos de carbono

11.5%	
13%	
14.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Alvitres Ipanaque, Heber

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 288405


Heber Alvitres Ipanaque
INGENIERO CIVIL
CIP. 288405
 Firma y Sello

Anexo 4: Validez

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: _____

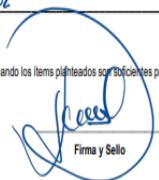
Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 184702

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma y Sello

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total		0	15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Puemape calderón, Luis Santos

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 184719

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma y Sello

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total		0	15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Alvires Ipanaque, Heber

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 288405

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma y Sello


Firma y Sello

Anexo 5. Panel Fotográfico

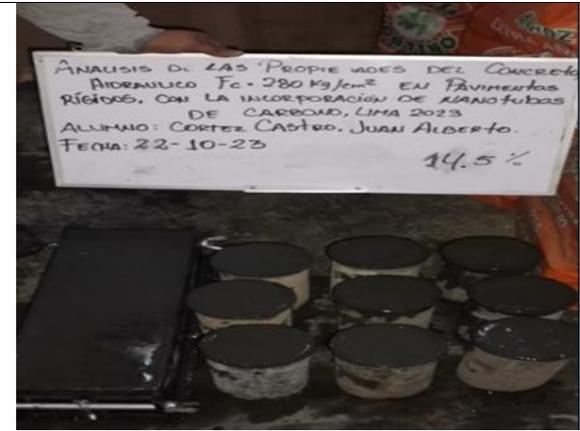
		
<p>Nanotubo de carbono</p>	<p>Agregado Grueso (piedra Chancada)</p>	<p>Agregado Fino (Arena Gruesa)</p>
		
<p>Cuarteo de agregado grueso</p>	<p>Ensayo granulometrico</p>	<p>Cuarteo Agregado fino</p>



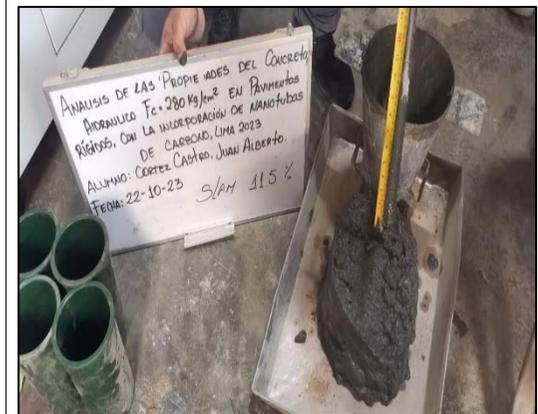
Ensayo de Humedad agregado grueso



Ensayo de Humedad agregado fino



Probetas y viguetas



Ensayo de Slump



Ensayo de permeabilidad



Ensayo Resistencia concreto

Anexo 6. Certificados de laboratorio de los ensayos

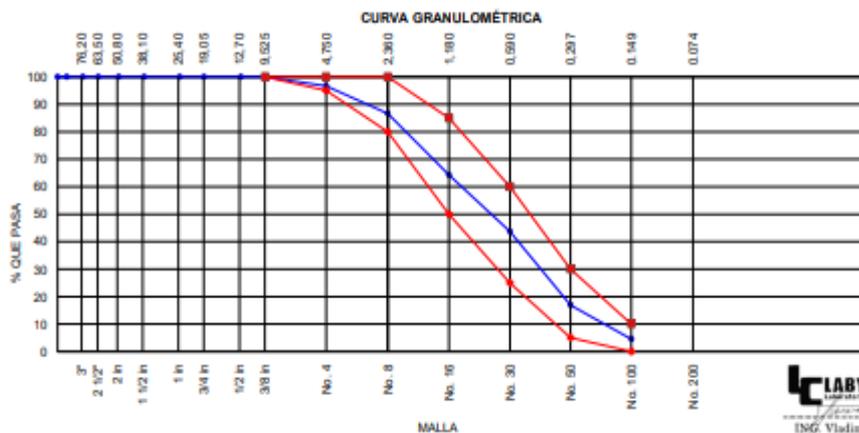


MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GLOBAL

ASTM C136/C136M-14

SOLICITANTE	: CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO
PROYECTO	: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023
UBICACIÓN	: LABORATORIO
CANTERA	: ROMAÑA
MATERIAL	: AGREGADO FINO

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00		
3 1/2 in	90.00 mm				100.00		
3 in	75.00 mm				100.00		
2 1/2 in	63.00 mm				100.00		
2 in	50.00 mm				100.00		
1 1/2 in	37.50 mm				100.00		
1 in	25.00 mm				100.00		
3/4 in	19.00 mm				100.00		
1/2 in	12.50 mm				100.00		
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	216.3	3.37	3.37	96.63	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	638.6	9.95	13.32	86.68	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	1435.4	22.36	35.68	64.32	50.00	85.00
No. 30	600 μm	1320.9	20.58	56.26	43.74	25.00	60.00
No. 50	300 μm	1721.6	26.82	83.08	16.92	5.00	30.00
No. 100	150 μm	795.1	12.40	95.49	4.51	0.00	10.00
< No. 200	< No. 200	289.7	4.51	100.00	0.00	-	-
						MF	2.87
						TMN	N° 4



**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD -
 AGREGADO GRUESO**
ASTM C566-19

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

 PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

TAMAÑO DE LA MUESTRA DE AGREGADO

TMN pulg	MASA MÍNIMA kg
No. 4	0.5
3/8	1.5
1/2	2.0
3/4	3.0
1	4.0
1 1/2	6.0
2	8.0
2 1/2	10.0

DATOS Y RESULTADO

W (g)	3547.5
D (g)	3536.8
P (%)	0.3

W (g)	3005.2
D (g)	2995.4
P (%)	0.3

W (g)	3115.6
D (g)	3108.2
P (%)	0.2

PROMEDIO	0.3
----------	-----

Observaciones:

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE
 HUMEDAD - AGREGADO GLOBAL**

ASTM C566-19

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANtera : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO FINO

TAMAÑO DE LA MUESTRA DE AGREGADO

TMN pulg	MASA MÍNIMA kg
No. 4	0.5
3/8	1.5
1/2	2.0
3/4	3.0
1	4.0
1 1/2	6.0
2	8.0
2 1/2	10.0

DATOS Y RESULTADO

W (g)	852.3
D (g)	822.5
P (%)	3.6

W (g)	752.3
D (g)	727.2
P (%)	3.5

W (g)	800.3
D (g)	772.1
P (%)	3.7

PROMEDIO	3.6
----------	-----

Observaciones:

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO
ASTM C29 / C29M-17a

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

 PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

I. PESO UNITARIO SUELTO (datos)	RESULTADOS			
Peso de la muestra suelta + envase (kg)	18.581	18.635	18.600	
Peso del envase (kg)	4.626	4.626	4.626	
Peso de la muestra suelta (kg)	13.955	14.009	13.974	
Constante	106	106	106	PROMEDIO
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1479	1485	1481	1482

I. PESO UNITARIO COMPACTADO (datos)	RESULTADOS			
Peso de la muestra compactada + envase (kg)	20.177	20.258	20.220	
Peso del envase (kg)	4.626	4.626	4.626	
Peso de la muestra compactada (kg)	15.551	15.632	15.594	
Constante	106	106	106	PROMEDIO
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1648	1657	1653	1653

Observaciones:

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO - AGREGADO GLOBAL
ASTM C29 / C29M-17a

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

 PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO FINO

I. PESO UNITARIO SUELTO (datos)	RESULTADOS			
Peso de la muestra suelta + envase (kg)	7.115	7.100	7.126	
Peso del envase (kg)	2.220	2.220	2.220	
Peso de la muestra suelta (kg)	4.895	4.880	4.906	
Constante	353	353	353	PROMEDIO
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1728	1723	1732	1727

I. PESO UNITARIO COMPACTADO (datos)	RESULTADOS			
Peso de la muestra compactada + envase (kg)	7.477	7.451	7.500	
Peso del envase (kg)	2.220	2.220	2.220	
Peso de la muestra compactada (kg)	5.257	5.231	5.280	
Constante	353	353	353	PROMEDIO
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1856	1847	1864	1855

PRESENTAR LOS RESULTADOS CON APROXIMACIÓN DE 0,05 Kg.

TABLA 1 - CAPACIDAD DE LA MEDIDA

TMN (pulg)	CAPACIDAD DE MEDIDA p3	CONSTANTE
1/2	1/10	353
1	1/3	106
1 1/2	1/2	71
3	1	35.3
4 1/2	2 1/2	
6	3 1/2	

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN -
AGREGADO GRUESO**

ASTM C127-15

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

DETALLE	RESULTADOS			PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M)	2.66	2.66	2.66	2.66
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S)	2.67	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A.)	2.72	2.71	2.72	2.72
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.9	0.9	0.8	0.9

RESULTADOS PRESENTAR : PESO ESPECIFICO 0,01 % Y ABSORCIÓN A 0,1 %

PESO MÍNIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO

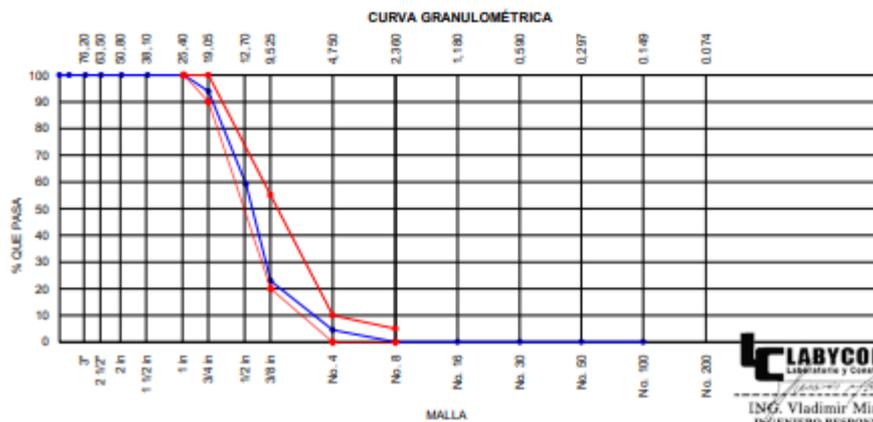
TMN pulg	PESO MÍNIMO (kg)
1/2 o menos	2
3/4	3
1	4
1 1/2	5
2	8
2 1/2	12

OBSERVACIONES:

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO
ASTM C136/C136M-14

SOLICITANTE	: CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO
PROYECTO	: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023
UBICACIÓN	: LABORATORIO
CANTERA	: ROMAÑA
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00		
3 1/2 in	90.00 mm				100.00		
3 in	75.00 mm				100.00		
2 1/2 in	63.00 mm				100.00		
2 in	50.00 mm				100.00		
1 1/2 in	37.50 mm				100.00		
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	548.0	6.11	6.11	93.89	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	3115.0	34.72	40.83	59.17		
3/8 in	9.50 mm	3251.0	36.23	77.06	22.94	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	1652.0	18.41	95.47	4.53	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm	400.0	4.46	99.93	0.07	0.00	5.00
No. 16	1.18 mm			99.93	0.07		
No. 30	600 μm			99.93	0.07		
No. 50	300 μm			99.93	0.07		
No. 100	150 μm			99.93	0.07		
< No. 200	< No. 200	6.3	0.07	100.00	0.00	-	-
						MF	7.19
						TMN	1"



**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN -
 AGREGADADO GLOBAL**
ASTM C128-15

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : AGREGADO FINO

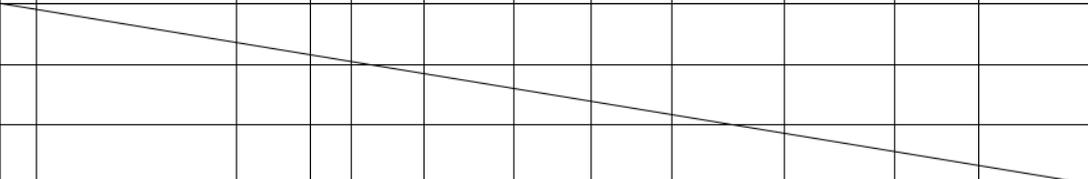
DETALLE	RESULTADOS			PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M)	2.62	2.62	2.61	2.62
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S)	2.65	2.64	2.63	2.64
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A.)	2.67	2.67	2.66	2.67
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.1	1.0	1.1	1.1

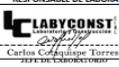
RESULTADOS PRESENTAR : PESO ESPECIFICO 0,01 % Y ABSORCIÓN A 0,1 %
PESO MÍNIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO

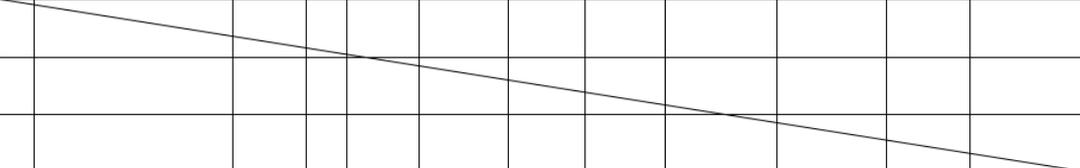
TMN pulg	PESO MÍNIMO (kg)
1/2 o menos	2
3/4	3
1	4
1 1/2	5
2	8
2 1/2	12

OBSERVACIONES:

N° DE REVISION: 001							SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1								
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico Fc=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023							REALIZADO POR: G.V.B.										
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC							CODIGO: LYC-223-ACLL-001										
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro							NUMERO DE PROTOCOLO: 001										
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS						
1	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	7	30/10/2023	19,205	20.10	10.1	240	280	85.61	P-001						
2	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	7	30/10/2023	17,329	20.10	10.1	216	280	77.25	P-002						
3	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	7	30/10/2023	17,329	20.10	10.0	221	280	78.80	P-003						
4	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	14	6/11/2023	19,266	20.10	10.1	240	280	85.88	P-004						
5	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	14	6/11/2023	19,205	20.00	10.0	245	280	87.33	P-005						
6	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	14	6/11/2023	17,329	20.00	10.1	216	280	77.25	P-006						
EQUIPO: PRENSA DE CONCRETO MARCA: PINZUR LTDA. MODELO: PC-165 SERIE: 151							FECHA DE CALIBRACION: 2023-10-30 CERTIFICADO DE CALIBRACION: LF-100-2023		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>14 Dias</td> <td>28 Dias</td> <td>EDAD DEL CONCRETO</td> </tr> <tr> <td>> 90%</td> <td>> 100%</td> <td>% RESISTENCIA ALCANZADA</td> </tr> </table>			14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO	> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA
14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO															
> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA															
OBSERVACIONES:																	
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE									
 Gabriela Vargas Escalante TECNICO DE LABORATORIO				 Carlos Cofrequispe Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Miranda S. INGENIERO RESPONSABLE									
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA									

N° DE REVISION: 001							SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1								
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico Fc=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023							REALIZADO POR: G.V.B.										
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC							CODIGO: LYC-223-ACLL-002										
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro							NUMERO DE PROTOCOLO: 002										
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS						
1	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	28	20/11/2023	22,365	20.00	10.0	285	280	101.70	P-007						
2	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	28	20/11/2023	22,161	20.10	10.0	282	280	100.77	P-008						
3	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	23/10/2023	28	20/11/2023	22,314	20.00	10.0	284	280	101.47	P-009						
																	
EQUIPO: PRENSA DE CONCRETO MARCA: PINZUR LTDA. MODELO: PC-165 SERIE: 151							FECHA DE CALIBRACION: 2023-10-30 CERTIFICADO DE CALIBRACION: LF-100-2023		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>14 Dias</td> <td>28 Dias</td> <td>EDAD DEL CONCRETO</td> </tr> <tr> <td>> 90%</td> <td>> 100%</td> <td>% RESISTENCIA ALCANZADA</td> </tr> </table>			14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO	> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA
14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO															
> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA															
OBSERVACIONES:																	
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE									
 Gabriela Vargas Escalante TECNICO DE LABORATORIO				 Carlos Cofrequispe Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Miranda S. INGENIERO RESPONSABLE									
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA									

N° DE REVISION: 001								SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1	
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023								REALIZADO POR: G.V.B.			
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC								CODIGO: LYC-223-ACLI-001			
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro								NUMERO DE PROTOCOLO: 001			
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS
1	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	22,548	20.10	10.1	281	280	100.51	P-010
2	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	21,967	20.00	10.0	280	280	99.89	P-011
3	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	18,094	20.10	10.1	226	280	80.66	P-012
4	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	21,876	20.10	10.0	279	280	99.48	P-013
5	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	22,548	20.10	10.1	281	280	100.51	P-014
6	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	21,967	20.00	10.0	280	280	99.89	P-015
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO MARCA : PINZUR LTDA. MODELO : PC-165 SERIE : 151								FECHA DE CALIBRACION : 2023-10-30 CERTIFICADO DE CALIBRACION : LF-100-2023		14 Dias 28 Dias EDAD DEL CONCRETO > 90% > 100% % RESISTENCIA ALCANZADA	
OBSERVACIONES:											
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE			
 Gildardo Vargas Escobar TECNICO DE LABORATORIO				 Carlos Colquique Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Meneses S. INGENIERO RESPONSABLE			
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA			

N° DE REVISION: 001								SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1	
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023								REALIZADO POR: G.V.B.			
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC								CODIGO: LYC-223-ACLI-002			
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro								NUMERO DE PROTOCOLO: 002			
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS
1	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	27,102	20.00	10.0	345	280	123.24	P-016
2	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	27,006	20.10	10.1	337	280	120.38	P-017
3	DISERÑO DE MEZCLA F C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	27,200	20.10	10.0	346	280	123.69	P-018
											
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO MARCA : PINZUR LTDA. MODELO : PC-165 SERIE : 151								FECHA DE CALIBRACION : 2023-10-30 CERTIFICADO DE CALIBRACION : LF-100-2023		14 Dias 28 Dias EDAD DEL CONCRETO > 90% > 100% % RESISTENCIA ALCANZADA	
OBSERVACIONES:											
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE			
 Gildardo Vargas Escobar TECNICO DE LABORATORIO				 Carlos Colquique Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Meneses S. INGENIERO RESPONSABLE			
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA			

N° DE REVISION: 001								SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1		
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico f'c=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023								REALIZADO POR: G.V.B.				
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC								CODIGO: LYC-223-ACLI-001				
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro								NUMERO DE PROTOCOLO: 001				
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS	
1	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	17,554	20.10	10.1	219	280	78.25	P-028	
2	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	17,666	20.00	10.0	225	280	80.33	P-029	
3	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	7	30/10/2023	17,798	20.10	10.1	222	280	79.34	P-030	
4	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	18,566	20.10	10.0	236	280	84.42	P-031	
5	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	18,425	20.20	10.1	230	280	82.13	P-032	
6	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	14	6/11/2023	18,477	20.10	10.1	231	280	82.36	P-033	
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO								FECHA DE CALIBRACION : 2023-10-30				
MARCA : PINZUR LTDA.								CERTIFICADO DE CALIBRACION : LF-100-2023				
MODELO : PC-165										14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO
SERIE : 151										> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA
OBSERVACIONES:												
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE				
 Giordani Vargas DE ACREDITADO JEFE DE LABORATORIO				 Carlos Colquijue Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Minano S. INGENIERO RESPONSABLE				
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				

N° DE REVISION: 001								SOLICITADO POR: Juan Alberto Cortez Castro		PAG: 1 DE 1		
PROYECTO: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico f'c=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023								REALIZADO POR: G.V.B.				
UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO LYC								CODIGO: LYC-223-ACLI-002				
CLIENTE: Juan Alberto Cortez Castro								NUMERO DE PROTOCOLO: 002				
N°	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (DIAS)	FECHA DE ROTURA	CARGA DE ROTURA (KG)	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	RESISTENCIA ALCANZADA (KG/CM2)	RESISTENCIA SOLICITADA (KG/CM2)	% RESISTENCIA ALCANZADA	CODIGOS	
1	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	19,582	20.00	10.0	249	280	89.04	P-034	
2	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	19,878	20.10	10.1	248	280	88.61	P-035	
3	DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	23/10/2023	28	20/11/2023	20,000	20.10	10.0	255	280	90.95	P-036	
OBSERVACIONES:												
EQUIPO : PRENSA DE CONCRETO								FECHA DE CALIBRACION : 2023-10-30				
MARCA : PINZUR LTDA.								CERTIFICADO DE CALIBRACION : LF-100-2023				
MODELO : PC-165										14 Dias	28 Dias	EDAD DEL CONCRETO
SERIE : 151										> 90%	> 100%	% RESISTENCIA ALCANZADA
OBSERVACIONES:												
TECNICO RESPONSABLE				RESPONSABLE DE LABORATORIO				INGENIERO RESPONSABLE				
 Giordani Vargas DE ACREDITADO JEFE DE LABORATORIO				 Carlos Colquijue Torres JEFE DE LABORATORIO				 ING. Vladimir Minano S. INGENIERO RESPONSABLE				
NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				NOMBRE Y FIRMA				

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO
ASTM C143

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

 PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : MEZCLA DE CONCRETO

DISEÑO DE MEZCLA	ADICION	ENSAYO DE SLUMP			
	NANOTUBO DE CARBONO	DISEÑO	RESULTADO (PULG.)	RESULTADOS (cm)	PROMEDIO
280 kg/cm ²	0.0%	3 - 4	3 1/2	8.890	8.678
		3 - 4	3 1/2	8.890	
		3 - 4	3 1/4	8.255	
	11.5%	3 - 4	3	7.620	7.832
		3 - 4	3	7.620	
		3 - 4	3 1/4	8.255	
	13.0%	3 - 4	3	7.620	8.043
		3 - 4	3 1/4	8.255	
		3 - 4	3 1/4	8.255	
	14.5%	3 - 4	3	7.620	7.832
		3 - 4	3 1/4	8.255	
		3 - 4	3	7.620	

Observaciones:

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TEMPERATURA DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO
RECIÉN MEZCLADO**

ASTM C1064 / C1064M-17

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : MEZCLA DE CONCRETO

DISEÑO DE MEZCLA	ADICION	ENSAYO DE TEMPERATURA			
	NANOTUBO DE CARBONO	TEMP. MAX.	RESULTADO (°C)	RESULTADOS (°F)	PROMEDIO
280 kg/cm ²	0.0%	32.0 °C	30.5 °C	86.9 °F	30.5 °C
		32.0 °C	30.6 °C	87.1 °F	
		32.0 °C	30.4 °C	86.7 °F	
	11.5%	32.0 °C	30.5 °C	86.9 °F	30.7 °C
		32.0 °C	30.7 °C	87.3 °F	
		32.0 °C	30.8 °C	87.4 °F	
	13.0%	32.0 °C	30.0 °C	86.0 °F	30.0 °C
		32.0 °C	30.0 °C	86.0 °F	
		32.0 °C	30.1 °C	86.2 °F	
	14.5%	32.0 °C	30.4 °C	86.7 °F	30.5 °C
		32.0 °C	30.5 °C	86.9 °F	
		32.0 °C	30.5 °C	86.9 °F	

Observaciones:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TASA DE INFILTRACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE
ASTM C1701

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : CONCRETO

Datos de la muestra:

DISEÑO	0 %
FECHA DE VACIADO	23/10/2023
EDAD	28
FECHA DE ENSAYO	20/11/2023
TIEMPO	93
LONGITUD DE MUESTRA	20.12
DIAMETRO DE MUESTRA	10.12

COEF. DE PERMEAB.	M-1	34.03
COEF. DE PERMEAB.	M-2	34.06
COEF. DE PERMEAB.	M-3	34.06
	PROMEDIO	34.05

Observaciones:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TASA DE INFILTRACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE

ASTM C1701

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : CONCRETO

Datos de la muestra:

DISEÑO	11.5 %
FECHA DE VACIADO	23/10/2023
EDAD	28
FECHA DE ENSAYO	20/11/2023
TIEMPO	100.21
LONGITUD DE MUESTRA	20.10
DIAMETRO DE MUESTRA	10.11

COEF. DE PERMEAB.	M-1	35.12
COEF. DE PERMEAB.	M-2	35.11
COEF. DE PERMEAB.	M-3	35.11
	PROMEDIO	35.11

Observaciones:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TASA DE INFILTRACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE

ASTM C1701

SOLICITANTE : CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO

PROYECTO : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023

UBICACIÓN : LABORATORIO

CANTERA : ROMAÑA

MATERIAL : CONCRETO

Datos de la muestra:

DISEÑO	13.0 %
FECHA DE VACIADO	23/10/2023
EDAD	28
FECHA DE ENSAYO	20/11/2023
TIEMPO	101.1
LONGITUD DE MUESTRA	20.12
DIAMETRO DE MUESTRA	10.10

COEF. DE PERMEAB.	M-1	36.11
COEF. DE PERMEAB.	M-2	36.01
COEF. DE PERMEAB.	M-3	36.00
	PROMEDIO	36.04

Observaciones:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TASA DE INFILTRACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE

ASTM C1701

SOLICITANTE	: CORTEZ CASTRO, JUAN ALBERTO
PROYECTO	: Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023
UBICACIÓN	: LABORATORIO
CANTERA	: ROMAÑA
MATERIAL	: CONCRETO

Datos de la muestra:

DISEÑO	14.5 %
FECHA DE VACIADO	23/10/2023
EDAD	28
FECHA DE ENSAYO	20/11/2023
TIEMPO	100.21
LONGITUD DE MUESTRA	20.11
DIAMETRO DE MUESTRA	10.11

COEF. DE PERMEAB.	M-1	28.40
COEF. DE PERMEAB.	M-2	28.51
COEF. DE PERMEAB.	M-3	28.43
	PROMEDIO	28.45

Observaciones:

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR
 PARA RESISTENCIA A LA FLEXION DE
 ESPECIMENES
 ASTM C - 78**

Informe : LYC-23-001	Certificado : MC-23-0001/RP	Fecha : 20/11/23
Cliente : Juan Alberto Cortez Castro		Sondaje : -
Proyecto : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico f'c=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023		Muestra : Viga
Ubicación : Laboratorio lyc		Adición : -

Página 1 de 1

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTUR A (mm)	EDAD DE ENSAYO	CARGA (KG)	MR (KG/CM2)
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280	150.10	650.20	150.10	28	4056.2	58.5
DISEÑO DE MEZCLA F' C 281	150.10	650.15	150.12	28	4056.0	58.5
DISEÑO DE MEZCLA F' C 282	150.15	650.18	150.11	28	4062.3	58.6

TEMPERATURA DE MOLDEO : 30.5 °C

SLUMP : 3 1/2"

MR PROMEDIO : 58.51

% DE RESISTENCIA : 20.90

OBSERVACIONES:

Elaborado por: Técnico de laboratorio


LABYCONST
 Laboratorio y Construcción S.
 Giordani Vargas Bracamonte
 JEFE DE LABORATORIO
 Fecha:

Revisado por: Responsable de laboratorio


LABYCONST
 Laboratorio y Construcción S.
 Carlos Conquispe Torres
 JEFE DE LABORATORIO
 Fecha:

Aprobado por: Ingeniero Responsable


LABYCONST
 Laboratorio y Construcción S.
 ING. Vladimir Minaso S.
 INGENIERO RESPONSABLE
 CIP N° 120319
 Fecha:

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR
 PARA RESISTENCIA A LA FLEXION DE
 ESPECIMENES
 ASTM C - 78**

Informe : LYC-23-001	Certificado : MC-23-0002/RF	Fecha : 20/11/23
Cliente : Juan Alberto Cortez Castro		Sondaje : -
Proyecto : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico f'c=280kg/cm2 en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023		Muestra : Viga
Ubicación : Laboratorio lyc		Adición : NANOTUBO DE CARBONO

Página 1 de 1

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTUR A (mm)	EDAD DE ENSAYO	CARGA (KG)	MR (KG/CM2)
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	150.13	650.19	150.22	28	9212.3	122.7
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	150.11	650.20	150.20	28	9120.2	121.5
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 11.5% DE NANOTUBO	150.12	650.19	150.20	28	9127.2	121.6

TEMPERATURA DE MOLDEO : 30.7 °C

SLUMP : 3"

MR PROMEDIO : 121.96

% DE RESISTENCIA : 43.56

OBSERVACIONES:

Elaborado por: Técnico de laboratorio  Gierdan Vargas Bracamonte TÉCNICO DE LABORATORIO Fecha:	Revisado por: Responsable de laboratorio  Carlos Cotacuispe Torres JEFE DE LABORATORIO Fecha:	Aprobado por: Ingeniero Responsable  ING. Vladimir Minayo S. INGENIERO RESPONSABLE D.F.N° 12010 Fecha:
--	---	---

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR
PARA RESISTENCIA A LA FLEXION DE
ESPECIMENES
ASTM C - 78**

Informe : LYC-23-001	Certificado : MC-23-0003/RF	Fecha : 20/11/23
Cliente : Juan Alberto Cortez Castro		Sondaje : -
Proyecto : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023		Muestra : Viga
Ubicación : Laboratorio lyc		Adición : NANOTUBO DE CARBONO

Página 1 de 1

IDENTIFICACIÓN	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTUR A (mm)	EDAD DE ENSAYO	CARGA (KG)	MR (KG/CM2)
DISEÑO DE MEZCLA F ^c 280 + 13.0% DE NANOTUBO	150.11	650.21	150.13	28	10648.3	142.0
DISEÑO DE MEZCLA F ^c 280 + 13.0% DE NANOTUBO	150.13	650.20	150.12	28	10682.1	142.4
DISEÑO DE MEZCLA F ^c 280 + 13.0% DE NANOTUBO	150.10	650.21	150.12	28	10671.3	142.3

TEMPERATURA DE MOLDEO : 30.0 °C

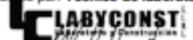
SLUMP : 3 1/4"

MR PROMEDIO : 142.22

% DE RESISTECIA : 50.79

OBSERVACIONES:

Elaborado por: Técnico de laboratorio



Giferday Vargas Espinoza
TECNICO DE LABORATORIO

Fecha: / /

Revisado por: Responsable de laboratorio



Carlos Cotique Torres
JEFE DE LABORATORIO

Fecha: / /

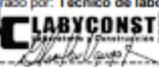
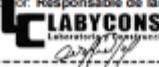
Aprobado por: Ingeniero Responsable



ING. Vladimir Misano S.
INGENIERO RESPONSABLE
CIPN°12318

Fecha: / /

**METODO DE PRUEBA ESTANDAR
 PARA RESISTENCIA A LA FLEXION DE
 ESPECIMENES
 ASTM C - 78**

Informe : LYC-23-001 Cliente : Juan Alberto Cortez Castro Proyecto : Análisis de las propiedades del concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, con la incorporación de nanotubos de carbono, Lima 2023 Ubicación : Laboratorio lyc	Certificado : MC-23-0004/RP	Fecha : 20/11/23 Sondaje : - Muestra : Viga Adición : NANOTUBO DE CARBONO																
Página 1 de 1																		
IDENTIFICACIÓN	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	ALTUR A (mm)	EDAD DE ENSAYO	CARGA (KG)	MR (KG/CM2)												
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	150.11	650.21	150.13	28	8412.6	112.2												
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	150.11	650.20	150.12	28	8400.6	112.0												
DISEÑO DE MEZCLA F' C 280 + 14.5% DE NANOTUBO	150.10	650.22	150.12	28	8441.2	112.6												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">TEMPERATURA DE MOLDEO</td> <td style="width: 5%;">:</td> <td style="width: 65%; text-align: center;">30.5 °C</td> </tr> <tr> <td>SLUMP</td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">3"</td> </tr> <tr> <td>MR PROMEDIO</td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">112.24</td> </tr> <tr> <td>% DE RESISTECIA</td> <td>:</td> <td style="text-align: center;">40.08</td> </tr> </table> <p style="margin-top: 20px;">OBSERVACIONES:</p>							TEMPERATURA DE MOLDEO	:	30.5 °C	SLUMP	:	3"	MR PROMEDIO	:	112.24	% DE RESISTECIA	:	40.08
TEMPERATURA DE MOLDEO	:	30.5 °C																
SLUMP	:	3"																
MR PROMEDIO	:	112.24																
% DE RESISTECIA	:	40.08																
Elaborado por: Técnico de laboratorio  Griedmar Vargas Bracamonte TÉCNICO DE LABORATORIO Fecha:	Revisado por: Responsable de laboratorio  Carlos Cotaguispe Torres JEFE DE LABORATORIO Fecha:	Aprobado por: Ingeniero Responsable  ING. Vladimir Minazo S. INGENIERO RESPONSABLE CIP-12333 Fecha:																

Anexo 7. Certificado de calibración del equipo

LABORATORIO DE METROLOGÍA  **AG4**
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-067-2023
Pág. 1 de 3

Expediente	: S-0241-2023
OBJETO DE PRUEBA	: MAQUINA PARA ENSAYOS DE COMPRESION DE CONCRETO
Dirección de carga	: Ascendente
FABRICANTE	: METROTEST
Modelo	: MC-160
Serie	: 229
Indicador de Fuerza (Modelo // Serie)	: MCIL-1 / C-1043
Trasductor de Presion (Modelo // Serie)	: X FORCE MEASURE / HPS-001 / C180717146
Capacidad	: 1000 kN
Ubicación	: LAB ENSAYOS SOLICITANTE COMAS
Código Identificación	: NO INDICA
Procedimiento de Calibración	: El método utilizado fue de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.
Intervalo calibrado	: De 10 000 a 100 000 kgf
Inspección general	: La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
Solicitante	: LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección	: CAL. DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	: Modelo: CELDA DE CARGA A-SHN // K-9 Serie: 5Y46357 // 201806022 Certif. de calibr.: INF-LE 142-22
Unidades de medida	: Sistema Internacional de Unidades (SI)
FECHA DE CALIBRACION	: 2023/08/24
FECHA DE EMISION	: 2022/08/25
FIRMAS AUTORIZADAS	


Jefe de Metrología
Luigi Asenjo



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-213-2023

Expediente : S-0131-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CAL.DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : NO INDICA
Serie : 1236843
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : 1"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2023-03-20
Fecha de Emisión : 2023-03-21

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.8 °C	20.9 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


 Luigi Azenjo
 Jefe de Metrologia





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-214-2023

Expediente : S-0131-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CAL.DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : BS8F517248
Identificación : NO INDICA
Nº Tamiz : 11/2"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2023-03-20
Fecha de Emisión : 2023-03-21

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.1 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Alessio G.
 Jefe de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-215-2023

Expediente : S-0131-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CAL.DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : FORNEY
Modelo : NO INDICA
Serie : BS8F652444
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : 2"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2023-03-20
Fecha de Emisión : 2023-03-21

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.1 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asanfi G.
 Jefe de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-216-2023

Expediente : S-0131-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CAL.DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : NO INDICA
Serie : 132027109
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : 21/2"
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2023-03-20
Fecha de Emisión : 2023-03-21

Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diametro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.3 °C	20.2 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGÍA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


 Luigi Asento
 Jefe de Metrología





PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 0175 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	3109-2023
2. Solicitante	LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
3. Dirección	CAL DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA LIMA - LIMA - COMAS
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	6200 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NVT6201ZH
Número de Serie	8342157557
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-08-05

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-08-05


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LT-055-2023

Página 1 de 5

Expediente : S-0120-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CALDIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Procedencia : PERU
Código de Ident. : H-01
Número de Serie : NOINDICA
Temperatura de trabajo : 110 °C ± 10 °C
Ventilación : FORZADA
Ubicación : LAB. DE TEMPERATURA AG4 INGENIERIA
Lugar de Calibración : AV. BETANCOURT MZ. C LT. 31 - LOS OLIVOS
Fecha de Calibración : 2023-04-24
Fecha de Emisión : 2023-04-22

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TCN4S	NO INDICA	200°C	0.1°C	Digital

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1ª Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos",

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

Luigi Agerjo
Jefe de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACION
LL-366-2023

Solicitante LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección CAL DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS

Equipo de Medición COMPARADOR DE CUADRANTES

Marca ELE INTERNATIONAL

Modelo AP-171B

Serie 191080766

Identificación NO INDICA

Procedencia Estados Unidos

Alcance de Indicación 0 in a 1 in

División de escala 0.01 in

Tipo ANALÓGICO

Fecha de Calibración 2023-06-23

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI, Segunda Edición Diciembre 2001.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Sello



Fecha de emisión

2023-06-23

Jefe de Laboratorio Metrologico

Luigi Asenjo G.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-232-2023

Expediente : S-0131-2023
Solicitante : LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L.
Dirección : CALDIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS
Instrum. de Medición : TAMIZ
Marca : ELE INTERNATIONAL
Modelo : NO INDICA
Serie : 133111426
Identificación : NO INDICA
N° Tamiz : N° 200
Procedencia : Estados Unidos
Lugar de Calibración : LAB. DE LONGITUD AG4 INGENIERIA & METROLOGIA
Fecha de Calibración : 2023-03-20
Fecha de Emisión : 2023-03-21
Método de Calibración Empleado

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomo como referencia la Norma ASTM E11-20 (Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves).

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20.5 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto. AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.


 Lugo
 Jefe de Metrología



Anexo 08. Boleta de ensayos de laboratorio

LABYCONST LABORATORIO Y CONSTRUCCION E.I.R.L. CAL. DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB. SANTA LUZMILA COMAS - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20536047817 EB01-3					
Fecha de Vencimiento :							
Fecha de Emisión :	13/12/2023						
Señor(es) :	JUAN ALBERTO CORTEZ CASTRO						
DNI :	40536013						
Establecimiento del Emisor :	CAL. DIANDERAS - URB. SANTA LUZMILA MZA. A3 LOTE. 09 LIMA-LIMA-COMAS						
Tipo de Moneda :	SOLES						
Observación :	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F' C=280KG /CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, CON LA INCORPORACION DE MANOTUBOS DE CARBONO, LIMA 2023						
Cantidad	Unidad Medida	Código	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	01	DISEÑO DE CONCRETO 280 KG/CM2 - SIN ADITIVOS- INCLUYE ENSAYOS DE LABORATORIO	350.00	0.00	413.00	0.00
12.00	UNIDAD	02	ENSAYO DETEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO	5.00	0.00	70.80	0.00
12.00	UNIDAD	03	ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO	20.00	0.00	283.20	0.00
36.00	UNIDAD	04	ENSAYO DE COMPRESION DE TESTIGOS DE CONCRETO	10.00	0.00	424.80	0.00
12.00	UNIDAD	05	ENSAYO DE FLEXOTRACCION DE VIGAS DE CONCRETO	50.00	0.00	708.00	0.00
4.00	UNIDAD	06	ENSAYO DE PERMEABILIDAD PARED RIGIDA	240.00	0.00	1,132.80	0.00
Otros Cargos :							S/ 0.00
Otros Tributos :							S/0.00
ICBPER :							S/ 0.00
Importe Total :							S/3,032.60
SON: TRES MIL TREINTA Y DOS Y 60/100 SOLES							
(*) Sin impuestos.							
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.							
Op. Gravada :							S/ 2,570.00
Op. Exonerada :							S/ 0.00
Op. Inafecta :							S/ 0.00
ISC :							S/ 0.00
IGV :							S/ 462.60
ICBPER :							S/ 0.00
Otros Cargos :							S/ 0.00
Otros Tributos :							S/ 0.00
Monto de Redondeo :							S/ 0.00
Importe Total :							S/ 3,032.60
<small>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</small>							

Anexo 09. Especificaciones de Nanotubo de Carbono



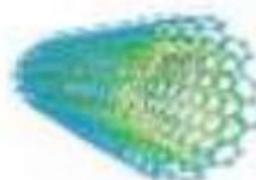
南京先丰纳米材料科技有限公司

XFQ042 – Industrial grade MWCNTs

Multiwalled carbon nanotubes in industrial grade (tube diameter: 10-30 nm) that provided by XFNANO consist of multiple rolled layers (concentric tubes) of carbon atoms. MWCNTs made by CVD method are one-dimensional nano-materials with high strength, modulus and conductivity, flexibility, thermal conductivity, thermostability and corrosion resistance.

Properties

Product name	Industrial grade MWCNTs
Outer diameter	10-30 nm
Inner diameter	5-10 nm
Tube length	10-30 μm
C content	>95 wt%
Specific surface area	>110 m^2/g
Apparent density	0.14 g/cm^3
Tap density	<2.1 g/cm^3
Conductivity	>100 S/cm



Product Features

Loose black powder.
Especially applicable to conductive and toughening areas.
Dispersant and equipments assisted dispersion are recommended.

Application Fields

Reinforcement of composite, improving strength, elasticity, fatigue resistance, isotropy, Lithium-battery anodes, energy conversion, hydrogen storage, supercapacitors, electromagnetic wave absorption and shielding, catalysts, sensors etc.

Disclaimer: XFNANO LLC believes that the information in this Technical Data Sheet is accurate and represents the best and most current information available to us. XFNANO Material makes no representations or warranties either express or implied, regarding the suitability of the material for any purpose or the accuracy of the information contained within this document. Accordingly, XFNANO Material will not be responsible for damages resulting from use of or reliance upon this information.