

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ESTUDIO DE NANOTUBOS DE CARBONO EN
LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
CONVENCIONAL EN ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN CIUDAD
DE LIMA”**

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. OSCO POMPILLA, JEAN CARLOS OSCAR

ASESOR METODOLÓGICO: ING. FIDEL CASTRO CAYLLAHUA

ASESOR TEMÁTICO: ING. MANUEL IVÁN MAITA PÉREZ

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

HUANCAYO-PERÚ

2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**“ESTUDIO DE NANOTUBOS DE CARBONO EN
LA RESISTENCIA DEL CONCRETO
CONVENCIONAL EN ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN CIUDAD
DE LIMA”**

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. Osco Pompilla, Jean Carlos Oscar

Asesores:

Ing. Fidel Castro Cayllahua

Ing. Manuel Iván Maita Pérez

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos

HUANCAYO – PERÚ

2022

ASESORES

Ing. Fidel Castro Cayllahua

Ing. Manuel Iván Maita Pérez

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen por estar siempre presente, brindándome la fuerza para alcanzar mis metas.

De todo corazón a mis padres Oscar y Justina, por su apoyo incondicional.

A mis Hermanas Jackeline, Katherine y Rudy, por brindarme de su alegría y aliento.

A mi Papa Valentín y mi abuelito Zeferino, que desde los cielos me dan ánimos.

Bach. Osco Pompilla, Jean Carlos Oscar

AGRADECIMIENTO

A Carol, por estar siempre presente en cada momento de esta investigación, darme sus ánimos, amor y no dejarme caer.

A todos los que me ayudaron de forma directa e indirectamente en la presente investigación, gracias.

Bach. Osco Pompilla, Jean Carlos Oscar



CONSTANCIA 041

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“ESTUDIO DE NANOTUBOS DE CARBONO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN CIUDAD DE LIMA”

Cuyo autor(es) : Jean Carlos Oscar, Osco Pompilla

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor(a) : Ing. Fidel Castro Cayllahua
Ing. Manuel Iván Maita Pérez

Que, fue presentado con fecha 30.01.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 31.01.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **18 %**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 01 de febrero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

MG. NELFA ESTRELLA AYUQUE ALMIDON
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

ING. WALDIR ALEXIS SANCHEZ MATTOS
JURADO

ING. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	xi
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Descripción de la realidad problemática	18
1.2. Delimitación del problema	19
1.2.1. Espacial.....	19
1.2.2. Temporal.....	20
1.2.3. Conceptual	20
1.3. Formulación del problema	20
1.3.1. Problema general	20
1.3.2. Problemas específicos.....	20
1.4. Justificación	21
1.4.1. Teórica:.....	21
1.4.2. Metodológica:.....	21
1.4.3. Práctica:	22
1.4.4. Social:	22
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos.....	23
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	24

2.1.	Antecedentes	24
2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	24
2.1.2.	Antecedentes internacionales	28
2.2.	Bases Teóricas o científicas	30
2.2.1.	Nanotubos.....	30
2.2.1.1.	Estructura de los nanotubos de carbono.....	31
2.2.1.2.	Propiedades de los nanotubos de carbono	31
2.2.1.3.	Tipos de nanotubos de carbono.....	32
2.2.1.4.	Técnicas de Síntesis de NTC	33
2.2.2.	Concreto.....	35
2.2.2.1.	Componentes del Concreto	35
2.2.2.2.	Ensayos del concreto fresco.....	37
2.2.2.3.	Ensayos del concreto endurecido.....	39
2.2.2.4.	Tipos de concreto.....	42
2.2.3.	Diseño de Mezcla	42
2.2.3.1.	Método ACI	42
2.2.4.	Marco conceptual	43
CAPITULO III: HIPÓTESIS		44
3.1	Hipótesis general	44
3.2	Hipótesis específicas.....	44
3.3	Variables	44
3.3.1	Definición conceptual de las variables	45
3.3.2	Definición operacional de las variables	45
3.3.3	Operacionalización de variables	46
CAPITULO IV: METODOLOGÍA.....		48
4.1	Método de investigación: científico.....	48

4.2	Tipo de investigación: aplicada	48
4.3	Nivel de investigación: explicativo.....	49
4.4	Diseño de investigación: pre experimental	49
4.5	Población y muestra.....	50
4.5.1	Población	50
4.5.2	Muestra	51
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
4.6.1	Observación directa	51
4.6.2	Revisión bibliográfica.....	52
4.6.3	Instrumento de recolección de datos	52
4.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	53
4.7.1.	Técnicas de procesamiento	53
4.7.2.	Análisis de datos.....	54
4.8	Aspectos éticos de la investigación.....	55
CAPITULO V: RESULTADOS		56
5.1	Descripción del diseño tecnológico	56
5.1.1.	Estudios de laboratorio	56
5.1.2.	Descripción de resultados de laboratorio.....	56
5.2	Resultados de la investigación.....	62
5.2.1	Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la trabajabilidad del concreto convencional.	62
5.2.2	Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la compresión del concreto convencional.	62

5.2.3	Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la flexión del concreto convencional.	68
5.3	Contrastación de hipótesis	69
5.3.1	Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional y su influencia sobre la trabajabilidad.	70
5.3.2	Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional y su influencia sobre la resistencia a compresión.	72
5.3.3	Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto patrón y su influencia sobre la resistencia a la flexión a los 28 días.	78
CAPITULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		81
6.1	De la trabajabilidad:	81
6.2	De la resistencia a la compresión:	81
6.3	De la resistencia a flexión:	82
6.4	De los resultados generales:	82
CONCLUSIONES		84
RECOMENDACIONES		86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		87
ANEXOS		92
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA		93
ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		95
ANEXO 3: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN VALIDADO		97
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA NANOTUBOS DE CARBONO		99
ANEXO 5: PROTOCOLOS DE LABORATORIO		102
ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN		129
ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO		180

CONTENIDO DE TABLAS

<i>Tabla N° 1. 1 Delimitación Conceptual o Temática.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla N° 2. 1 Propiedades generales de los nanotubos de carbono</i>	<i>31</i>
<i>Tabla N° 2. 2 Principales componentes del cemento Portland.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla N° 2. 3 Límites Permisibles de contenidos y sustancias disueltas.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla N° 2. 4 Limite granulométrico para el agregado fino.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla N° 2. 5 Consistencia del concreto de acuerdo al asentamiento.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla N° 3. 1 Operacionalización de variables.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla N° 4. 1 Mediciones</i>	<i>50</i>
<i>Tabla N° 4. 2 Probetas</i>	<i>50</i>
<i>Tabla N° 4. 3 Vigas.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla N° 4. 4 Muestras</i>	<i>51</i>
<i>Tabla N° 5. 1 Normas ASTM, aplicadas en la investigación.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla N° 5. 2 Granulometría de agregado grueso.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla N° 5. 3 Granulometría de agregado fino.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N° 5. 4 Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 5. 5 Peso unitario suelto y varillado del agregado fino.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 5. 6 Contenido de Humedad del agregado grueso.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 5. 7 Contenido de Humedad del agregado fino</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 5. 8 Gravedad específica del agregado grueso.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 5. 9 Gravedad específica del agregado fino.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla N° 5. 10 Diseño de mezcla método ACI.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 5. 11 Dosificación concreto patrón</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 5. 12 Dosificación concreto patrón + 1% nanotubos de carbono</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 5. 13 Dosificación concreto patrón + 1.5% nanotubos de carbono</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 5. 14 Resultados de la Trabajabilidad</i>	<i>62</i>
<i>Tabla N° 5. 15 Resistencia a la compresión del concreto patrón.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla N° 5. 16 Concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla N° 5. 17 Concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla N° 5. 18 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla N° 5. 19 Compresión axial a los 7, 14 y 28 días</i>	<i>67</i>
<i>Tabla N° 5. 20 Resistencia a la flexión del concreto patrón a los 28 días</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 5. 21 Resistencia a la flexión del concreto patrón con 1% de nanotubos de carbono a los 28 días..</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 5. 22 Resistencia a la flexión del concreto patrón con 1.5% de nanotubos de carbono a los 28 días</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 5. 23 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 5. 24 Resistencia a flexión.....</i>	<i>69</i>

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura N° 1. 1 Producción y despacho de cemento</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 1. 2 Mapa de Ubicación Lurigancho-Chosica</i>	<i>20</i>
<i>Figura N° 2. 1 Alótopos del carbono</i>	<i>30</i>
<i>Figura N° 2. 2 Nanotubos de Pared Única</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 2. 3 Nanotubos de Pared Múltiple</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 2. 4 Esquema del aparato para formar CNT's por el método de descarga por arco eléctrico.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 2. 5 Esquema del equipo por ablación láser</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 2. 6 Esquema de obtención de NTC mediante Reactor CVD.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura N° 2. 7 límite de granulométrico de los agregados gruesos</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 2. 8 Cono de Abrams</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 2. 9 Formula de módulo de rotura.</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 2. 10 Posición del espécimen de prueba.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura N° 4. 1 firma de expertos.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura N° 4. 2 Escala de validación.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura N° 5. 1 Curva Granulometría del agregado grueso</i>	<i>58</i>
<i>Figura N° 5. 2 Curva Granulometría del agregado fino.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura N° 5. 3 Comparación Slump entre la probeta patrón y con adición al 1 % y 1.5% de nanotubos de carbono.</i>	<i>62</i>
<i>Figura N° 5. 4 Resistencia a compresión concreto patrón.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura N° 5. 5 Resistencia a compresión concreto patrón con adición del 1% de nanotubos de carbono.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura N° 5. 6 Resistencia a compresión concreto patrón con adición del 1.5% de nanotubos de carbono... </i>	<i>65</i>
<i>Figura N° 5. 7 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura N° 5. 8 Resultados de la resistencia a la compresión axial a los 7, 14 y 28 días</i>	<i>67</i>
<i>Figura N° 5. 9 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.....</i>	<i>69</i>

RESUMEN

La presente investigación se titula: “Estudio de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima” llevo por problema general, ¿Cuánto influye los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima - 2022? y tuvo como objetivo general “Determinar la influencia de los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima”. Tuvo como hipótesis general “los nanotubos de carbono influyen positivamente en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima”. Se aplico la metodología científica, metodología específica de observación, tipo aplicada con nivel de investigación explicativo y diseño pre experimental. El presente estudio se concluyó que para el concreto convencional con 1% de nanotubos de carbono influyo positivamente y fue la más optima, teniendo como resultados mejoras en las resistencias a compresión con 352.6 kg/cm² y a flexión con 5MPa(50.99kg/cm²) frente al concreto convencional(patrn), que la influencia en la trabajabilidad fue aceptable con 2.50 pulg de slump. Que de las hipótesis planteadas cumplió para la resistencia a compresión y flexión, ya que se resolvió que si hubo un aumento significativo de las resistencias. Así como en la trabajabilidad se resolvió que no hubo un aumento significativo.

Palabras claves: nanotubos de carbono, trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión

ABSTRACT

The present investigation is entitled: "Study of carbon nanotubes in the resistance of conventional concrete in structural elements of the city of Lima" I have as a general problem, how much did carbon nanotubes influence the resistance of conventional concrete in structural elements of Lima city building - 2022? and had as general objective "Determine the influence of carbon nanotubes on the resistance of conventional concrete in structural elements of the city of Lima building." It had as a general hypothesis "carbon nanotubes positively influence the resistance of conventional concrete in structural elements of the city of Lima building". The scientific methodology is applied, specific observation methodology, type applied with correlational descriptive research level and pre-experimental design. The present study concludes that for conventional concrete with 1% carbon nanotubes had a positive influence and was the most optimal, resulting in improvements in compressive strength with 352.6 kg/cm² and flexural strength with 5MPa (50.99kg/cm²) compared to to conventional concrete (pattern), that the influence on workability was acceptable with 2.50 in. of slump. Which of the hypotheses was fulfilled for the resistance to compression and flexion, since it was resolved that there was a significant increase in resistance. As well as in the workability, it was resolved that there was no significant increase.

Keywords: carbon nanotubes, workability, compressive strength and flexural strength.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concreto es de importancia vital para las edificaciones en el Perú, puesto que es de uso masivo, y se ve la necesidad de investigar nuevas tecnologías que implementadas como adición den mejores resultados a sus propiedades físicas y mecánicas, que estos a su vez sean reflejadas en todas las estructuras que conforma las viviendas.

La presente investigación se titula: “Estudio de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima” llevo por objetivo, analizar los efectos de los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional. Se aplico el método científico y diseño pre experimental. De acuerdo con los resultados obtenidos la adición de nanotubos de carbono en 1 y 1.5%, disminuye notablemente la trabajabilidad; aumenta la resistencia a la compresión y flexión. la trabajabilidad disminuyó considerablemente con la adición del 1,5% de nanotubos obteniendo 0.58pulg de slump. El comportamiento de la adición de nanotubos de carbono al concreto patrón en porcentaje 1% y 1.5% a la edad de 7, 14 y 28 días aumenta positivamente la resistencia a compresión. Se observó que el comportamiento de la resistencia a la flexión con adición de nanotubos de carbono al 1%, obtuvo 50.99kg/cm² de módulo de rotura, siendo mayor en comparación del concreto patrón.

El presente trabajo da un aporte significativo del uso de nanomateriales, dejando constancia que los nanotubos de carbono modifican las propiedades al concreto. En consecuencia, la presente investigación se divide en 6 capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema

Se presenta el planteamiento del problema que describe la realidad problemática, la delimitación del problema, formulación del problema general y específico; además de ello,

se indica la justificación teórica, metodológica, práctica y social. También se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico

Se formuló el marco teórico en donde presento a los antecedentes nacionales e internacionales, las bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

Capítulo III: Hipótesis

Se describió a la Hipótesis general y las Hipótesis específicas, la definición conceptual de las variables y su operacionalización.

Capítulo IV: Metodología

Menciona la metodología de la investigación tal como: método, tipo, nivel, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos y recolección de datos y técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Capítulo V: Resultados

Se dilucida los resultados obtenidos, iniciando por la descripción del diseño tecnológico, seguido se describió los resultados de los objetivos finalmente se realizó el contraste de hipótesis aplicando la prueba estadística de t-Student.

Capítulo VI: Análisis y discusión de resultados

En este capítulo se realizó el análisis y discusión de los resultados, contrastando los resultados con los antecedentes citados en el marco teórico.

Finalmente, se presentan las conclusiones, las recomendaciones y anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En los últimos años, se ha formado una nueva dirección científica y tecnológica en el mundo relacionada con la producción y aplicación de nanoestructuras de carbono con propiedades físico mecánicas anómalamente altas y una potente interacción de dispersión (Peigney, y otros, 2001).

Las investigaciones realizadas en el campo de la nanotecnología y el cemento han demostrado que la adición de ciertos nanocompuestos al cemento puede provocar cambios significativos desde el punto de vista estructural, dando como resultado un hormigón más resistente, menos poroso y más duradero. (Marcondes, 2012).

Actualmente, en nuestro país según (Alicia Concytec, 2022), solo existen 9 estudios sobre el uso de nanotubos de carbono, de los cuales cuatro son de ingeniería Civil. por lo cual no hay aportes suficientes de estudios sobre la adición de nanotubos de carbono en concretos convencionales, por ello nace la idea de estudiar la influencia de nanotubos de carbono en el concreto convencional y su evaluación a través de ensayos en su estado fresco y endurecido, con el propósito de obtener posibles mejoras en sus propiedades

Actualmente, el papel principal en la industria de la construcción en el Perú se asigna al cemento, lo que se confirma con el crecimiento de su producción en el año 2021, que despachó a nivel nacional un acumulado de 13.56 millones de toneladas (ASOCEM, 2021). Ante esto, cobra relevancia la tarea de desarrollar composiciones que aumenten sus

propiedades y cumplan con los requisitos modernos de durabilidad y confiabilidad operativa, lo cual corresponde a las metas y objetivos de la presente investigación.

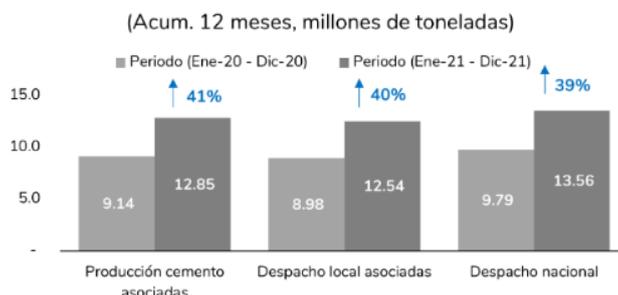


Figura N° 1. 1 Producción y despacho de cemento

Fuente: ASOCEM

Esto abre nuevas posibilidades para crear una amplia gama de compuestos de construcción nanoestructurados, incluido el concreto, con características funcionales mejoradas. Esta área se refleja en las nuevas tecnologías y Procesos, prioritarias para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Perú, siguiendo las líneas de investigación Institucional de la Universidad Peruana los Andes.

De acuerdo con lo anterior y la insuficiente investigación en el Perú, se ha propuesto un estudio para el desarrollo de la ciencia de los materiales de construcción, incorporar nanotubos de carbono al concreto convencional y evaluar su influencia sobre la resistencia, tanto en su estado fresco por medio de la trabajabilidad, como en su estado endurecido a través de ensayos de compresión y flexión. Así como sentar bases para futuras investigaciones.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

El lugar en el cual se desarrolló la presente investigación, es en las instalaciones de laboratorio de ensayo de materiales MASTERLEM SAC, se ubica en la Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1, Huachipa, lima Perú.



Figura N° 1. 2 Mapa de Ubicación Lurigancho-Chosica

Fuente: Google Maps

1.2.2. Temporal

La presente investigación se realizó entre el 10 septiembre al 25 de diciembre, para el periodo 2022.

1.2.3. Conceptual

La investigación se realizará haciendo el uso de estudio de acuerdo a las variables.

Tabla N° 1. 1 Delimitación Conceptual o Temática

INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE
Nanotubos de carbono	resistencia del concreto convencional

elaboración: Elaboración propia 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuánto influye los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima - 2022?

1.3.2. Problemas específicos

a. ¿Cuánto influye los Nanotubos de Carbono a la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima -2022?

- b. ¿Cuánto influye los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la compresión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima -2022?
- c. ¿Cuánto influye los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la flexión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima - 2022?

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica:

La investigación tiene una base teórica cuando el objetivo de la investigación es participar en la reflexión y el debate científico sobre el conocimiento existente, confrontar la teoría, comparar resultados o crear una epistemología del conocimiento existente. (Méndez A, 1995)

Por lo que la investigación debe responder a ciertos cuestionamientos., ¿El estudio llenará un vacío de conocimiento, se pueden generalizar los hallazgos a principios más amplios? ¿Se puede usar la información obtenida para revisar, desarrollar o apoyar una teoría?, ¿Qué se espera aprender utilizando resultados previamente desconocidos?; ¿Ideas, sugerencias o Hipótesis para futuras investigaciones?

Esta investigación determino en base a procedimientos teóricos y científicos comparando resultados de la influencia que tuvo la adición de nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional.

1.4.2. Metodológica:

Esta metodológica surge cuando en el proyecto a implementar se propone un nuevo método o una nueva estrategia de creación de conocimiento válido y confiable. Si la investigación se trata de encontrar nuevos métodos o técnicas para generar conocimiento, buscando nuevas formas de hacer investigación. (Hernández S., y otros, 2006).

Entonces, podemos decir que la investigación tiene una base metodológica. ¿Conducirá la investigación a una nueva herramienta para la recopilación o el análisis de datos? ¿Ayuda a definir un concepto, una variable o una

relación entre variables? ¿Se pueden hacer mejoras experimentando con una o más variables? ¿Alguna sugerencia para un estudio más completo de la población?

En la presente investigación fue viable, debido a que se aplica metodología científica aplicada, de nivel explicativo, con un diseño pre experimental, por cuanto se aplica una serie de procedimientos normadas y su aplicación en los materiales, los instrumentos, equipos, primeramente para el diseño de mezcla del concreto patrón y sus diseños con adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%. se verifico por resultados de escala cuantitativos los ensayos respectivos, durante su proceso y finalmente la discusión de los resultados de como influyo sobre el concreto convencional. Todo el proceso de estudio fue realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos MASTERLEM S.A.C.

1.4.3. Práctica:

Se considera que la investigación tiene razones prácticas si su diseño ayuda a resolver un problema o al menos sugiere estrategias que, si se aplican, ayudan a resolver un problema. (Méndez A, 1995).

Entendiendo las palabras del autor, la presente investigación para que tenga una justificación práctica tenía que responder lo siguiente: ¿Ayuda con algún problema real? ¿Tiene un gran impacto en una amplia gama de problemas prácticos?

Esta investigación se justifica de manera práctica, ya que se obtuvieron resultados a través de los ensayos de trabajabilidad; resistencia a la compresión; resistencia a la flexión y se podrá cuantificar y comparar, como influye en las propiedades física y mecánicas del concreto.

1.4.4. Social:

La justificación social se puede definir como la contribución del trabajo de investigación a la satisfacción de las necesidades sociales actuales y futuras, convirtiéndose así en una fuente de mejor calidad de vida para los habitantes de la zona de estudio. (Ñaupas , y otros, 2014).

¿Qué significa esto para la sociedad? ¿Quién se beneficiará de los resultados de la investigación? ¿Qué tipo de?, en definitiva, ¿hasta dónde llega la proyección social?

La investigación se justificó socialmente, ya que con la adición de Nanotubos de carbono y su influencia sobre las propiedades física y mecánicas del concreto convencional, sentara las bases que podrían ser aplicados en futuras investigaciones.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de los Nanotubos de Carbono en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

Determinar la influencia de los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la compresión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

Determinar la influencia de los Nanotubos de Carbono influye en la resistencia a la flexión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Apaza Mango, y otros, 2018), en su tesis de grado titulado: “*Mejoramiento de propiedades mecánicas del concreto con adición de nanotubos de carbono*”. como principal objetivo fue demostrar que la adición de Nanotubos de Carbono mejora sustancialmente las propiedades mecánicas del concreto. Examinaron a fondo las mejoras que la adición de nanotubos de carbono a las mezclas de concreto hechas. En un primer momento se caracterizaron los materiales y se utilizaron diversos dispersantes con el método de dispersión por sonicación para evaluar el proceso de dispersión de nanotubos de carbono en mezclas de concreto. Después de determinar las proporciones ideales, se prepararon muestras de concreto para pruebas de compresión, tracción, flexión, permeabilidad y módulo de elasticidad. la metodología aplicada fue experimental. La investigación finalmente, concluye que los Nanotubos de Carbono reducen la trabajabilidad del concreto proporcionalmente al porcentaje de adición, que la resistencia a compresión mejora levemente por la adición de NTC en comparación con la muestra patrón, donde se tiene una mejora de 13.39% para un porcentaje óptimo de 0.10% de adición, el esfuerzo a flexión se ve mejorado en mayor proporción en mezclas de concreto, los resultados de estas pruebas se contrastaron con los de una mezcla estándar, que contiene todos los demás ingredientes en la misma proporción que las otras mezclas pero no incluye los nanotubos de carbono. De la presente investigación se tomará como base los resultados obtenidos ya que vemos la mejoras en resistencias y reducción en la trabajabilidad, demostrando que el diseño de mezcla adicionando el NTC, mejora sus propiedades.

(Candia Ponce, y otros, 2019)), en su tesis de grado titulado: “*Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con NTC (nanotubos de carbono) con respecto a una mezcla asfáltica convencional, según el método Marshall*”. La tesis mencionada compara las propiedades físico-mecánicas (Estabilidad Marshall, Flujo y Porcentaje de vacíos de aire) de una mezcla asfáltica en caliente convencional hecha con asfalto PEN 85-100 con una mezcla asfáltica modificada en caliente mediante la adición de nanotubos de carbono (NTC). Se utilizaron los mismos agregados de piedra en términos de gradación y tamaño para crear estos dos tipos de mezclas asfálticas; el agregado grueso se obtuvo de la cantera Morro Blanco en San Salvador y el agregado fino de las canteras Morro Blanco y Cunyac (Puente Cunyac). Esta comparación se realizó utilizando el método de diseño de mezcla asfáltica en caliente "Marshall", que tiene como objetivo identificar el porcentaje ideal de asfalto para una combinación particular de agregados. Para este análisis se produjeron probetas de mezcla asfáltica en caliente, las mismas que están compuestas por varios porcentajes de asfalto (7.5;7.0; 6.5; 6.0 y 5.5 por ciento). Después de determinar el contenido ideal de asfalto, que se encontró que era 6 punto 3 por ciento, también se produjeron especímenes de mezcla asfáltica en caliente con ese contenido ideal de asfalto. Estos especímenes eran los mismos que tenían diferentes cantidades de nanotubos de carbono agregados, que iban del 2 al 4 por ciento. Para determinar sus características mecánicas (Estabilidad, Marshall, Flujo) y físicas (Porcentaje de vacíos de aire), estos especímenes se sometieron a pruebas de laboratorio. Con base en estos hallazgos y los lineamientos del manual vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG - 2013”, se determinó un porcentaje de adición por peso en relación al contenido ideal de Asfalto de Nanotubos de Carbono (NTC) del 2 por ciento en una mezcla asfáltica en caliente tradicional hecha con asfalto PEN 85-100. Se pudo comparar las propiedades físico-mecánicas, dando lugar al siguiente hallazgo: La mezcla asfáltica en caliente convencional elaborada con asfalto PEN 85-100 con un porcentaje de Nanotubos de Carbono adicionado de 2.0 por ciento brinda mayores beneficios en sus propiedades físico-mecánicas, tales como la aumento de la estabilidad de la mezcla asfáltica convencional de 1295 kg a 1362 kg; El Flujo de la mezcla asfáltica convencional es de 3,35 mm, dicho valor.

(Galán Fiestas, y otros, 2020), en su investigación titulada: “*Concreto de baja permeabilidad para pilotes prefabricados de muelles construidos en zonas de salpicaduras y mareas utilizando nanotubos de carbono de pared múltiple*”. El objetivo de los trabajos actuales es disminuir la permeabilidad del hormigón de los pilotes prefabricados de los muelles que se encuentran en zonas propensas a salpicaduras y mareas, realizando las pruebas de asentamiento, compresión, flexión y permeabilidad. Su metodología aplicada fue experimental. Debido a la importancia de las estructuras marítimas, es fundamental que el concreto utilizado en su construcción asegure su impermeabilidad a las aguas del mar. Sin embargo, los pilotes de muelle son particularmente susceptibles a anomalías cuando entran en contacto directo con sulfatos y cloruros, que hacen que el concreto se deteriore gradualmente y, en última instancia, se agriete. Los silicatos de calcio hidratados de la matriz del cemento son modificados por nanotubos de carbono (NTC), que también aumentan la cohesión y, por tanto, la compacidad del concreto. Los resultados muestran que disminuye el asentamiento, aumenta la resistencia a la compresión, tracción y flexión. En ella, se visualiza que al aumentar el porcentaje de adición de NTC el asentamiento disminuye. Sobre la resistencia a la compresión para diferentes porcentajes de adición de NTC. en ella, se aprecia que al variar la edad de 7 a 28 días la resistencia a la compresión aumenta para las diferentes muestras de concreto. de la resistencia a la flexión para diferentes porcentajes de adición de NTC. en ella, se ve que al variar la edad de 7 a 28 días la resistencia a la flexión aumenta para las diferentes muestras de concreto. De su investigación se resalta que favorece la adición de nanotubos de carbono al concreto resaltando su efecto positivo sobre su resistencia.

(Galán Fiestas, y otros, 2021), en su investigación titulada: “*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*”. Dada la importancia de las estructuras marítimas, tiene como objetivo que el concreto utilizado en su construcción asegure su impermeabilidad a las aguas del mar. La metodología usada es la experimental. Esto es particularmente importante para los puertos, que experimentan una variedad de anomalías cuando se exponen a sulfatos y cloruros, que debilitan el concreto. causando gradualmente

grietas. Esto se logró investigando los efectos de agregar nanotubos de carbono (NTC) a las mezclas de concreto. La metodología aplicada fue experimental. Se desarrollaron dos diseños de mezcla, uno con NTC-0 por ciento y otro con adiciones de NTC (0.05 por ciento, 0.10 por ciento y 0.15 por ciento), para confirmar la efectividad de la adición de NTC en las propiedades del concreto. Inicialmente se caracterizaron los materiales y se evaluó el proceso de dispersión de NTC en mezclas de concreto utilizando la sonicación como método de dispersión y superplastificante. Adicionalmente, se realizaron pruebas de trabajabilidad, resistencia a la compresión, tracción, flexión y permeabilidad. Mediante el examen de varias propiedades físicas y mecánicas. Los resultados muestran que disminuye la trabajabilidad, aumenta la resistencia a la compresión, tracción y flexión

(Flores Oriundo, y otros, 2022), en su investigación titulada: “*Nanopartículas de grafeno para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto*”. Su objetivo es aprender más sobre las nanopartículas de grafeno para mejorar las características mecánicas y físicas del hormigón recién vertido y endurecido. Metodología, investigación documental transversal y no experimental. Se encontraron mejoras en las propiedades físico-mecánicas en resistencia a la compresión y durabilidad cuando este material nanotecnológico se incorporó al concreto en varios porcentajes, pero disminuyó la trabajabilidad. Conforme los estudios de las fuentes en ensayos de compresión, se induce que la adición de porcentajes de grafeno entre 0.02al 0.4 por ciento con respecto al peso de cemento empleado, tiene un incremento desde el 10% en su resistencia comparado a un patrón. Respecto al trabajabilidad disminuye entre el 3% y el 26% con una incorporación de grafeno 0.05% a la mezcla de concreto en comparación de la mezcla de concreto patrón sin grafeno. En la durabilidad el grafeno adicionado al concreto aumenta la durabilidad, al disminuir la absorción de agua y de iones como el cloruro y el sulfato. El autor concluye que la adición del grafeno al concreto y sus variantes establecen una amplia oportunidad de investigación e innovación en relación a las mejoras del concreto fresco y el concreto endurecido.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Vijaya Bhaskar, y otros, 2019), en su investigación científica “*The Optimum Dosage of the Multiwalled Carbon Nanotubes for Improving the Mechanical Properties of Concrete*”. Tiene como objetivo analizar la influencia de los nanotubos de carbono (MWCNT) en la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión en un año. La metodología usada fue experimental. Resalta que aspectos tecnológicos avanzados del concreto se han centrado recientemente en el desarrollo de aditivos novedosos, que exhiben alta resistencia y alto rendimiento. Las extraordinarias propiedades mecánicas de los nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) proponen que sean aditivos ideales para concreto de alta resistencia y alto rendimiento. Sin embargo, la mayor confrontación está relacionada con la dosificación de nanotubos de carbono de paredes múltiples (MWCNT) en el concreto. El propósito es investigar el efecto de la dosificación de los MWCNT en las propiedades de resistencia (resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión) del concreto a una temperatura de 26 ± 5 °C y 59 ± 5 % de humedad relativa. Las pruebas que se realizaron en especímenes de diferentes proporciones de MWCNT a saber; 0,05 %, 0,10 %, 0,15 %, 0,2 %, 0,25 % y 0,3 % en peso de cemento. Como resultado la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión de las muestras endurecidas se determinaron después de 7, 14, 28, 56, 90, 180, 360 días de curado con agua. De acuerdo a los resultados revelan que el 0,25 % de MWCNT es la dosis óptima para lograr la máxima resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión..

(Cardona Valdez, 2020), en su investigación científica titulado: “*Evaluación de la resistencia mecánica de morteros de cemento tipo portland con diferentes dosis de nanotubos de Carbono de pared múltiple oxidados (mwcnt's ox) y análisis comparativo con respecto a mwcnt's prístinos*”, tiene como objetivo evaluar la resistencia mecánica de una mezcla de cemento tipo Portland que contiene nanotubos de carbono de pared múltiple oxidados (MWCNT'sOX) en dosis de 0,01, 0,03 y 0,05 por ciento. Su metodología es tradicional y análisis comparativo. Se utilizaron cinco muestras en moldes de especímenes cúbicos para la evaluación estándar ASTM 41003 de la resistencia mecánica de las muestras de cemento a los 3, 7 y 28 días

después del fraguado. Luego se evaluaron las características de resistencia mecánica y con la información se crearon gráficas de control para identificar los valores más altos para una comparación de la resistencia mecánica de cada mezcla y se concluyó que los Nanotubos de Carbono de pared múltiple añaden 16. 28% más resistencia mecánica al cemento tipo Portland. Esta investigación me ayudara en comparar mis resultados con la investigación mencionada ver que porcentaje es favorable para obtener resultados óptimos.

(Mudasir, y otros, 2020), en su investigación científica titulado: “*Refinement of Concrete Characteristic Properties with Multi Walled Carbon Nano Tubes*”, En este estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la relación agua-cemento (A/C) sobre las propiedades características del concreto armado con adición de nanotubos de carbono de paredes múltiples. La metodología usada fue experimental. se analizó que para mejorar la resistencia con adición de nanomateriales en el concreto tiene que ver directamente en la relación de proporción agua-cemento adecuada. También la cantidad de agua mejora la dispersión de nanomateriales en la pasta de cemento. Se prepararon cinco mezclas de concreto de diferente relación agua-cemento (A/C) con y sin nanotubos de carbono (NTC). Se utilizaron A/C de 0,40, 0,45, 0,48, 0,50 y 0,55 mientras que la cantidad de nanotubo de carbono (CNT) se fijó en 1% en peso de cemento (wbc). Para el concreto estado fresco se realizaron pruebas de compactación y trabajabilidad, mientras que para el concreto endurecido se realizaron pruebas de absorción por inmersión y la resistencia se evaluó mediante pruebas de compresión, tracción y resistencia a la flexión. Los resultados obtenidos en trabajabilidad del concreto reforzado con nanotubos de carbono (CNTC) se redujo en un 60 % y la relación A/C=0,50 se consideró ideal tanto para el asentamiento como para la resistencia. En este A/C, la resistencia a la compresión para CNTC aumentó en un 7,20%, la resistencia a la flexión aumento un 3.87%. Este estudio me ayudara a ver las similitudes y/o resultados aproximados para con la resistencia del concreto con nanotubos de carbono.

(Farias de Medeiros, y otros, 2021), en su investigación científica: “*Compósitos de cimento Portland com adição de nanotubos de carbono (NTC): Propriedades no estado fresco e resistência à compressão*”, Su objetivo es aumentar la resistencia a la compresión, a la flexión, el módulo de elasticidad, entre otras características como la

reducción de la permeabilidad. Su método aplicado fue experimental. En su investigación se usó 2 tipos de nanomateriales como partículas de silicato de calcio hidratado y nanotubos de carbono, con el fin de verificar los efectos que ocurrirían en la microestructura, concluyeron que el concreto con el NTC entre 0.1 y 0.5% en relación a la masa total del cemento tubo microestructuras más compactas, resultó un aumento en la resistencia a la compresión axial, En esta investigación nos define que el concreto convencional con el NTC, es más compacta, y que hay un aumento de resistencia en el concreto endurecido, siendo este un dato importante para la presente investigación.

2.2. Bases Teóricas o científicas

2.2.1. Nanotubos

Definición

los nanotubos de carbono consisten en una hoja de grafito enrollada en sí misma hasta formar un cilindro, con diámetros exteriores que varían de 0,4 a 5nm. (Nikolaev, y otros, 1997); (Peigney, y otros, 2001).

Según Lijima (1991), los nanotubos de carbono (del inglés Carbon Nanotube o CNT) son alótopos de este mismo elemento que tienen una nanoestructura cilíndrica. La alotropía es la capacidad de algunos elementos químicos para manifestarse en diversas formas químicas. Usando el carbono como ejemplo, algunos de sus alótopos incluyen fullereno, grafeno, diamante y grafito. Ello se puede observar en la figura N° 2. 1.

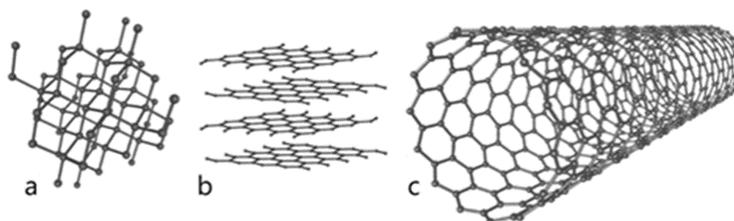


Figura N° 2. 1 Alótopos del carbono

Diamante, b) Grafito, c) Nanotubo de carbono

2.2.1.1. Estructura de los nanotubos de carbono

Una sola hoja de grafeno se enrolla sobre sí misma para formar un nanotubo de carbono de pared simple, y varias hojas de grafeno se enrollan juntas para formar nanotubos de carbono de pared múltiple, que se componen de un conjunto de nanotubos de carbono coaxiales. (Zarbin, 2007).

2.2.1.2. Propiedades de los nanotubos de carbono

Los nanotubos de carbono se caracterizan por tener propiedades térmicas, ópticas, mecánicas, eléctricas y electrónicas inusualmente altas (Collins, y otros, 2000).

Tabla N° 2. 1 Propiedades generales de los nanotubos de carbono

Propiedades	NTC
Diámetro	0,4-5nm
Densidad	1.33 – 1.40 g·cm ³
Fuerza de tensión	45· 10 ¹² Pa
Resistencia	Pueden ser doblados en ángulos grandes y volver a su estado normal sin sufrir daño
Transmisión de calor	CaSO ₄ · 2H ₂ O
Estabilidad a la temperatura.	Estable a >2800°C en vacío y a >750°C en aire.

- a. **Electrónicas:** Las propiedades electrónicas de los nanotubos de carbono son particularmente buenas. Dado que las características de los nanotubos de pared simple son el foco de esta sección, no se cubrirán las características de los nanotubos de pared múltiple. (Herbst, y otros, 2004).
- b. Los índices de Hamada, que determinan si un nanotubo se considera metálico o semiconductor, determinan la mayoría de las propiedades electrónicas de un nanotubo. Los nanotubos del tipo sillón son siempre metálicos, mientras que los del tipo zigzag y quirales pueden ser metálicos o semiconductores. Dado que el transporte de electrones en los nanotubos de tipo metálico ocurre instantáneamente, las corrientes pueden transportarse a grandes distancias sin calentar la estructura. (Mildred, y otros, 2000), (Herbst, y otros, 2004).

- c. Mecánicas:** Los nanotubos son las fibras más fuertes que se han descubierto hasta la fecha, según estudios teóricos y prácticos. También se ha observado que los nanotubos son capaces de cambiar de forma para adaptarse a la fuerza externa que los deforma sin sufrir un cambio irreversible. su composición molecular. Los nanotubos se han torcido, comprimido e incluso aplanado en numerosos experimentos, pero siempre han vuelto a su forma original. (Herbst, y otros, 2004) (Boris Yakobson, y otros, 2000).

2.2.1.3. Tipos de nanotubos de carbono

Los nanotubos se clasifican básicamente de acuerdo a su estructura en dos tipos: los nanotubos de pared única (SWNTC) y los de pared múltiple (MWNTC).

Nanotubos de Pared Única

Los nanotubos de pared simple se describen como láminas de grafito bidimensionales enrolladas en un tubo y tienden a ensamblarse en paquetes de diferentes longitudes y radios. En la microscopía electrónica de barrido, los SWCNT se observan como marañas de fibras o hilos. Para usar SWCNT, deben separarse en moléculas individuales o pequeños paquetes. (Domingo, y otros, 2007)

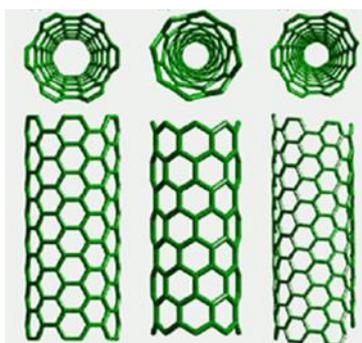


Figura N° 2. 2 Nanotubos de Pared Única

Nanotubos de pared múltiple

Los nanotubos de carbono de paredes múltiples no son más que una matriz de nanotubos de pared simple concéntricos, consulte la figura N° 2. 3. Estos nanotubos están separados radialmente por aproximadamente 0,3 nm y también tienen diámetros exteriores de 10-50 nm (Domingo, y otros, 2007). Cabe señalar que estos fueron los primeros tipos de nanotubos descritos por Sumio Iijima en

1991 como pequeños tubos con una estructura similar a una aguja (Mildred, y otros, 2000).

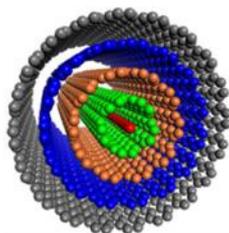


Figura N° 2. 3 Nanotubos de Pared Múltiple

2.2.1.4. Técnicas de Síntesis de NTC

Hay varias formas de hacer NTC, todas las cuales dependen del calentamiento de materiales carbonosos a una temperatura alta. Las técnicas actualmente en uso se describen brevemente a continuación, junto con algunos de sus beneficios e inconvenientes, con base en la revisión de (Terrones, 2004):

- a. Método de descarga de arco:** Se pueden producir NTCPS o NTCPM por medio del método de descarga de arco. Aunque con algunas variantes entre tipos de NTC, el método esencialmente consiste en el paso de una corriente directa a través de dos electrodos de grafito de alta pureza en el interior de una atmósfera de He, lo cual origina un arco. Durante el arqueo se forman depósitos sobre el cátodo, mientras que el ánodo se consume. Estos depósitos se cubren con una capa gris dura en la periferia. El centro, oscuro y blando, contiene nanotubos y partículas de grafeno. Para que los NTCPS se formen se requiere de un catalizador metálico. Esta técnica es costosa ya que requiere de electrodos de grafito de alta pureza, polvos metálicos, y Ar y He también de alta pureza. Además, no hay control sobre las dimensiones de los NTC y además de éstos se forman otras partículas, por lo que la purificación es un paso adicional en el proceso (Mildred, y otros, 2000), (Hongjie Dai, 2000)

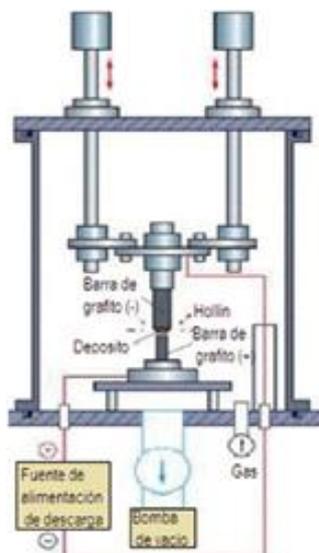


Figura N° 2. 4 Esquema del aparato para formar CNT's por el método de descarga por arco eléctrico.

- b. Vaporización con láser:** Se pueden producir tanto nanotubos de capa simple (NTCPS) como nanotubos de capa múltiple (NTCPM) mediante una combinación de láser de alta potencia y altas temperaturas. Particularmente, se generan NTCPM a través de la vaporización por láser de grafito sellado en una atmósfera de Ar en un tubo de sílice en el interior de un horno a 1200°C. Una desventaja es que la técnica no es económica, ya que se utiliza grafito de alta pureza y los requerimientos de potencia del láser son altos. Además, el rendimiento de los NTC producidos no es alto en comparación con otros métodos (Mildred, y otros, 2000), (Hongjie Dai, 2000).



Figura N° 2. 5 Esquema del equipo por ablación láser

- c. Deposición de vapor químico (Pirólisis de hidrocarburos):** En presencia de un catalizador metálico (Co, Ni, Fe, Pt, o Pd) depositado sobre sustratos como Si, grafito o sílice, la pirólisis de hidrocarburos (como metano, benceno,

acetileno, naftaleno o etileno) ofrece una alternativa para la producción de fullerenos, NTC y otras nanoestructuras. A la pirólisis de hidrocarburos también se le conoce como deposición química en fase de vapor y representa una alternativa para la producción masiva de NTC; de hecho, la mayoría de los NTC comerciales disponibles se sintetizan mediante este método. (Mildred, y otros, 2000), (Herbst, y otros, 2004), (Hongjie Dai, 2000).

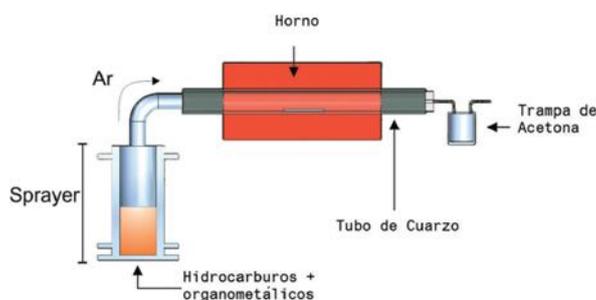


Figura N° 2. 6 Esquema de obtención de NTC mediante Reactor CVD.

2.2.2. Concreto

El concreto es un material de construcción ideal porque está hecho de una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos opcionales, lo que en un principio indica una estructura plástica y moldeable y luego se convierte en una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes. (Rivva López, 2000).

2.2.2.1. Componentes del Concreto

- a. **Cemento:** Es un aglutinante hidrofílico hecho de rocas de piedra caliza, arenisca y arcilla que se han molido finamente hasta obtener un polvo muy fino y luego se han calcinado. Cuando se expone al agua, el polvo se endurece, adquiriendo propiedades que lo hacen resistente y adherente. (NTP 334.001, 2022).

Como se muestra en la siguiente tabla, hay cinco componentes principales que componen el cemento:

Tabla N° 2. 2 Principales componentes del cemento Portland

Nombre del componente	catgoría	catgoría
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	xx
Silicato Bicalcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	xx
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{AlO}_3$	xx

Aluminoferrato	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	xx
Yeso	CaSO ₄ · 2H ₂ O	xx

Fuente: Propia

- b. Agua:** La función de este componente en la combinación química depende del agua porque es necesaria para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades.

La Norma Peruana (NTP 339.088, 2021), las aguas que caen dentro de los siguientes rangos de contenido y sustancias disueltas son adecuadas para el mezclado y curado del concreto.

Tabla N° 2. 3 Límites Permisibles de contenidos y sustancias disueltas

Descripción	Límites permisibles
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1 00 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1 000 ppm
Materia Orgánica	3 ppm máximo
PH	5 a 8 máximo
Sólidos en suspensión	5 000 ppm máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm máximo

Fuente: Norma (NTP 339.088, 2021)

- c. Agregados:** Se describe como una variedad de partículas inorgánicas naturales cuyas dimensiones se encuentran dentro de los rangos prescritos (NTP 400.011, 2020). Los agregados son la fase discontinua del concreto.

El hormigón, el agregado fino y el agregado grueso son los diferentes tipos de agregados utilizados en la creación de concreto..

- **Agregado fino:** se define como aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz N° 200. El agregado estará dentro de los límites indicados en las Normas (NTP 400.037, 2021) o (ASTM C33/C33M-18, 2018) La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N°100 de la Serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

Tabla N° 2. 4 Limite granulométrico para el agregado fino.

Malla	Porcentaje que pasa
3/8"	100

N° 4	95 - 100
N° 8	80 - 100
N° 16	50 - 85
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	2 - 10

Fuente: Norma (ASTM C 33).

- **Agregado grueso:** se define como lo que se mantiene en el N° 4, está hecho de desintegración de roca natural o artificial. El tipo de agregado suele ser piedra triturada o grava. El agregado grueso que resulta de la descomposición y abrasión de los materiales pétreos se conoce como grava. El término "piedra triturada" se refiere al agregado grueso hecho de rocas y grava trituradas artificialmente.

Huso	Porcentaje que pasa los tamices normalizados															
	TMN		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	38 mm	25 mm	19 mm	13 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	300 μ m
	mm	pulg.	4 pulg.	3 1/2	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
1	90 a 37.5	3 1/2 a 1 1/2.	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 15						
2	63 a 37.5	3 1/2 a 1 1/2.		100		90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25	2 a 1.				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 15					
357	50 a 4.75	2 a N° 4.				100	95 a 100	35 a 70		10 a 30		0 a 5				
4	37.5 a 19	1 1/2 a 1/4.				100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5					
467	37.5 a 4.75	1 1/2 a N° 4.				100	95 a 100	35 a 70		10 a 30		0 a 5				
5	25 a 9.5	1 a 1/2.					100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5					
56	25 a 9.5	1 a 3/8.					100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5				
57	25 a 4.75	1 a N° 4.					100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5			
6	19 a 9.5	3/4 a 3/8.						100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				
67	19 a 4.75	3/4 a N° 4.						100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5			
7	12.5 a 4.75	1/2 a N° 4.							100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5			
8	9.5 a 2.36	3/8 a N° 8.								100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5		
89	9.5 a 1.18	3/8 a N° 16.								100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5	
9	4.75 a 1.18	N° 4 a N° 16.									100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5	

Figura N° 2. 7 límite de granulométrico de los agregados gruesos

2.2.2.2. Ensayos del concreto fresco

- a. Trabajabilidad:** el método más utilizado y aceptado para evaluar la consistencia del hormigón es el ensayo de asentamiento o asentamiento del cono de Abrams, ASTM C 143 (NTP 339.035, 2022). Es una característica que mide el contenido de humedad de la mezcla en función de su fluidez.

Tabla N° 2. 5 Consistencia del concreto de acuerdo al asentamiento.

Consistencia	asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseada
fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseada

Fuente: (Abanto, 2009)

- Cono de abrams:** La prueba del "Cono de Abrams" (ASTM C143/C143M) es el método utilizado para determinar la consistencia de la mezcla. Mide el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto previamente colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y tronco cónico. Es una prueba sencilla que se aplica tanto en el laboratorio como en el campo.

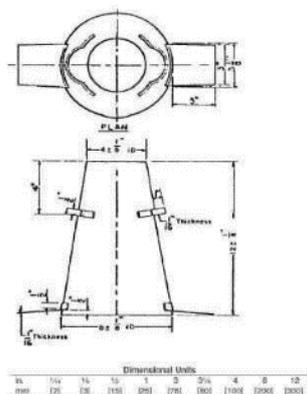


Figura N° 2. 8 Cono de Abrams

Fuente: (ASTM C143/C143M)

Procedimiento:

- ✓ Sobre una base firme y nivelada, se coloca un cono Abrams de acero. Luego se vierten tres capas iguales de concreto nuevo en el cono. Para asegurar la compactación, cada capa se varilla 25 veces con el cono sujetado. Al apisonar, se debe penetrar cada capa y se deben aplicar golpes uniformemente a lo largo de la sección transversal del cono. El nivel de concreto debe llegar a la punta del cono después de que se haya colocado la tercera capa. Para permitir que la muestra de concreto se asiente o "descienda" un poco, el cono debe levantarse con cuidado. Para usar la parte superior del cono como referencia, se coloca boca abajo sobre la base. Luego se mide y se

anota la diferencia de altura entre su parte superior y la parte superior del concreto.

- ✓ Cuando quitamos el cono, la masa puede aparecer de varias formas. Para que un asentamiento sea aceptable lo cual se aprecia en la trabajabilidad que se describe en la tabla N° 2.5, el concreto cede sin más: mantiene más o menos la forma del cono. Si la masa se deforma, la parte superior del concreto se desprende y se desliza hacia los lados. Si la masa se desploma, el concreto se desploma por completo. Para el ensayo, solo es aceptable la masa que queda compacta. Si se produce una caída parcial o si se desploma por completo, se debe tomar una muestra nueva y repetir el ensayo.

2.2.2.3. Ensayos del concreto endurecido

Los ensayos de resistencia del concreto endurecido se pueden realizar en las siguientes condiciones: especímenes curados y moldeados de acuerdo con la norma ASTM C 31, (NTP 339.033, 2021).

- a. **Resistencia a la compresión:** (Lao, 2007), Se define como el esfuerzo más alto que el hormigón endurecido puede soportar sin romperse porque el hormigón normalmente se comprime. La norma que rige su medición es la (NTP 339.034, 2021). la misma que se expresa mediante la siguiente formula:

$$\frac{F}{A}$$

Donde:

F: carga máxima (KN)

A: Área promedio de la sección transversal (mm²)

Tabla N° 2. 6 Diámetro de especímenes para ensayo a compresión ASTM

Diámetro del espécimen de ensayo
pulg. (mm)
2 (50)
3 (75)
4 (100)
6 (150)
8 (200)

Fuente: ASTM C

Procedimiento:

- ✓ La prueba de compresión en especímenes curados con humedad debe realizarse lo antes posible después de retirarlos del almacenamiento de curado.
- ✓ Se procede a tomar datos de cada espécimen, altura, diámetro y peso. En la máquina de ensayo de forma automática recopila lecturas de día
- ✓ La placa superior debe ajustarse de manera que esté en contacto con la placa inferior, con la muestra centrada sobre ella. El medidor de tensión debe ponerse en cero.
- ✓ La carga aplicada sobre la muestra corresponde a un valor entre 1/10 y 1/15 de la carga estimada en el primer paso.
- ✓ Después de 30 segundos, se nota la deformación y la muestra se somete a una carga igual a la primera. Este proceso se repite hasta que se produce el fallo o hasta alcanzar una deformación axial del 20%.
- ✓ Se debe leer la deformación antes de cada incremento de carga, el cual debe realizarse cada 30 segundos de forma automática por el tipo de maquinaria es debe estar debidamente calibrada.
- ✓ Cuando se genera la rotura, se realiza un esquema de la muestra.

b. Resistencia a la flexión: Es la resistencia a la rotura por momento de una viga o losa de concreto no armado; típicamente, el módulo de ruptura está entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión; sin embargo, depende del tipo, dimensiones y volumen del agregado utilizado; debido a la trascendencia de la prueba de resistencia, la norma que rige la prueba es la (NTP 339.078, 2022). La fractura se ubica, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

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

Figura N° 2. 9 Formula de módulo de rotura.

Fuente: (MTC, 2016)

Donde:

R = módulo de rotura KPa (psi),

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N(lbf),

l = longitud libre entre apoyos mm, (pulg),

b = ancho promedio de la muestra mm, (pulg), y

d = altura promedio de la muestra mm, (pulg), incluyendo el espesor refrentado, si corresponde.

Procedimiento:

- ✓ La prueba de flexión en especímenes curados con humedad debe realizarse lo antes posible después de retirarlos del almacenamiento de curado.
- ✓ Los especímenes moldeados se marcan a 2 tercios del centro o claro para su colocación en la máquina de ensayo para su posterior aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en el tercio medio.
- ✓ Cargue la muestra de forma continua y sin sacudidas. Hasta el punto de rotura, la carga debe aplicarse de forma continua.
- ✓ Se determine las dimensiones del espécimen en su sección transversal para el cálculo del módulo de ruptura, tomando medidas en una cara fracturada.
- ✓ Se mide con una precisión de 1 mm en cada borde y centro para determinar el ancho y la profundidad promedio.
- ✓ Se procede a realizar los cálculos con la fórmula del tercio medio.
- ✓ Se genera el informe.

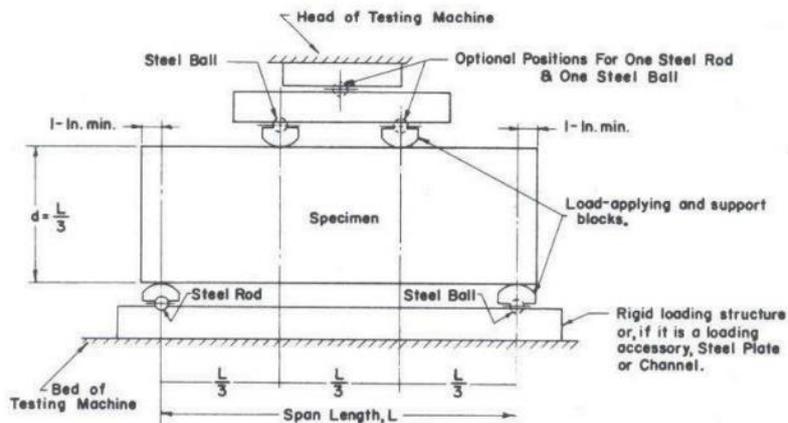


Figura N° 2. 10 Posición del espécimen de prueba

2.2.2.4. Tipos de concreto

- a. **concreto estructural simple:** describe los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto simple estructural, vaciado en el lugar o prefabricado, así como estructuras especiales como arcos, muros de gravedad, muros de protección y estructuras subterráneas de servicios públicos. El concreto simple debe tener una resistencia especificada de al menos 14 MPa cuando se usa para fines estructurales, medida después de 28 días (E.060 CONCRETO ARMADO, 2019).
- b. **Concreto simple:** Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado (E.060 CONCRETO ARMADO, 2019).
- c. **Concreto ciclópeo:** Se denomina concreto ciclópeo a aquel concreto simple que es colocado conjuntamente con piedra desplazadoras y su resistencia mínima del concreto de la matriz será $f'_c = 14 \text{ MPa}$ o 142.76 kg/cm^2 , (E.060 CONCRETO ARMADO, 2019).

2.2.3. Diseño de Mezcla

2.2.3.1. Método ACI

El Comité ACI 211 ha creado un diseño de mezcla sencillo que, basado en algunas tablas creadas a través de pruebas de los agregados, nos permite determinar los valores de los diversos componentes que se encuentran en cada unidad cúbica de concreto. Fue utilizado por primera vez en la década de 1940 y es el que se cita y acepta con mayor frecuencia en todo el mundo, incluido Perú.

2.2.4. Marco conceptual

- ✓ **Trabajabilidad:** describe la facilidad con la que se puede mezclar, colocar, consolidar y terminar el concreto recién mezclado con poca pérdida de homogeneidad. Se realiza la medición del slump mediante el cono de abrams. (ASTM C143/C143M).
- ✓ **Nanotubos (NTC):** consisten en láminas de grafito que se han enrollado una encima de la otra para crear cilindros, con diámetros exteriores que van desde 0.4 a 5 nm. (Nikolaev, y otros, 1997).
- ✓ **Resistencia:** es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse (Rivva López, 2013).
- ✓ **Resistencia a la compresión:** se define como el máximo esfuerzo que puede soportar sin romperse, puesto que, generalmente el concreto se encuentra sometido a compresión (Lao, 2007).
- ✓ **Resistencia a la flexión:** El módulo de ruptura de una viga o losa de concreto no reforzado es típicamente entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión (NTP 339.078, 2022).
- ✓ **Concreto:** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivo (Rivva López, 2013).
- ✓ **Dosificación:** establece las proporciones adecuadas de los materiales constituyentes en el concreto para lograr la resistencia y durabilidad deseadas, o para lograr el acabado o adherencia adecuados. (Rivva López, 2000).
- ✓ **Curado:** es un método que se usó en las probetas y vigas, que consiste en mantener el suministro constante de humedad, para una óptima evolución de las resistencias de cada espécimen. Lográndose en concreto a sus 28 días de edad (Rivva López, 2000).
- ✓ **Slump:** es un método de medición del concreto en su estado fresco mediante el uso del cono de abrams, mide grado de trabajabilidad (MTC, 2016).
- ✓ **Concreto estructural:** describe los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto simple estructural, vaciado en el lugar o prefabricado, así como estructuras especiales como arcos, muros de gravedad, muros de protección y estructuras subterráneas de servicios públicos. El concreto simple debe tener una resistencia especificada de 14 MPa o 142 kg/cm², medida después de 28 días, para poder usarse con fines estructurales (E.060 CONCRETO ARMADO, 2019).

CAPITULO III: HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

Los nanotubos de carbono influyen positivamente en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

3.2 Hipótesis específicas

H1: los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

H2: Los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la resistencia a la compresión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

H3: los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la resistencia a la flexión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

3.3 Variables

Es la descripción precisa de las reglas y operaciones que seguirá el investigador para objetivar las variables en su estudio, como consecuencia de la investigación obtenida del previo conocimiento científico, así como de su experiencia personal. Es decir, es la expresión textual, estructurada o no estructurada de la función que cumple en la hipótesis (Núñez Flores, 2007)

3.3.1 Definición conceptual de las variables

V. I.: Nanotubo de carbono (X): Consisten en una hoja de grafito enrollada en sí misma hasta formar un cilindro, con diámetros exteriores que varían de 0,4 a 5nm. (Nikolaev, y otros, 1997).

El presente estudio, se operacionalizo los nanotubos de carbono por sus dimensiones los cuales fueron: dosificación de nanotubos de carbono con respecto al peso del cemento, y como indicadores la adición de 1% y 1.5%.

V. D. Resistencia del concreto convencional (O): El concreto convencional o de uso común para edificios es el más utilizado en nuestro país y está compuesto por una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos opcionales en proporciones específicas. Inicialmente indica una estructura plástica y moldeable y luego adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo convierte en un material ideal para la construcción. (Rivva López, 2000).

En la presente investigación esta variable operacionalizada tuvo como dimensiones a la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. La trabajabilidad tiene como indicador el slump y la resistencia a compresión sus indicadores días de curado en 7, 14 y 28, así como la flexión con indicador a los 28 días.

En el estudio estas variables en conjunto, a través de la metodología aplicada ven los efectos que tuvo la adición de nanotubos de carbono, clarificar su importancia y su uso en el concreto convencional, con características funcionales mejoradas y su relevancia para futuras investigaciones.

3.3.2 Definición operacional de las variables

Variable Independiente (X): Nanotubo de carbono

Se operacionaliza con la dimensión(D) de dosificación y esta a su vez de desglosa con los indicadores(I):

- **D1:** dosificación.

I1: 1% de nanotubo de carbono.

I2: 1.5% de nanotubo de carbono.

Variable dependiente(O): Resistencia del concreto convencional

Se operacionalizo con las dimensiones(D) de trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Estos a su vez se desglosan con sus indicadores(I) de la siguiente forma:

➤ **D1:** Trabajabilidad.

I1: Slump.

➤ **D2:** Resistencia a la compresión.

I1: 7 días.

I2: 14 días.

I3: 28 días.

➤ **D3:** Resistencia a la Flexión.

I1: 28 días.

3.3.3 Operacionalización de variables

Según (Morán Delgado, y otros, 2010), la operacionalización de variables consiste en un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir la variable en una investigación, es un proceso de separación y análisis de la variable en sus componentes que permiten medirla. Ver la tabla N°3.1

Tabla N° 3. 1 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
V1: Nanotubo de carbono	consiste en una hoja de grafito enrollada en sí misma hasta formar un cilindro, con diámetros exteriores que varían de 0,4 a 5nm. (Nikolaev, y otros, 1997)	Se operacionaliza con la dimensión de dosificación y esta a su vez de desglosa con los indicadores de 1% de nanotubo de carbono y 1.5% de nanotubo de carbono.	D1: dosificación	I1: 1% I2: 1.5%	Ficha de Recolección de Datos	Razón

V2: Resistencia del concreto convencional	máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse (Rivva López, 2013).	Se operacionaliza con las dimensiones de trabajabilidad, resistencia a compresión axial y resistencia a la flexión. Estos a su vez se desglosan con sus indicares.	D1: trabajabilidad	I1: Slump		
			D2: resistencia a la compresión	I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días		
			D3: Resistencia a la flexión	I1: 28 días		

Fuente: Propia

CAPITULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación: científico

Según (Behar Rivero, 2008) “El vocablo método, proviene de las raíces meth que significa meta y, todos que significa vía; por lo tanto, un método es un medio para un fin. El propósito de cualquier ciencia es adquirir conocimientos, la elección de los métodos adecuados nos permite darnos cuenta de que la realidad es fundamental.

Según (Bernal , 2010), este método de deducción se basa en la lógica y estudia hechos concretos, aunque es deductivo en un sentido (parte de lo general a lo particular) e inductivo en sentido contrario (va de lo particular a lo general).

Método específico: es el comparativo que según (Grosser, 1973), es inherente a todo procedimiento científico, el método científico es inevitablemente comparativo, y toda política es, de alguna manera, política comparada. En la investigación se realizó la comparación de resultados y su contraste hipotético.

4.2 Tipo de investigación: aplicada

Según (Sabino, 1992), el tipo de investigación que se utilizará es investigación aplicada que tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. La investigación aplicada puede proporcionar nuevos hechos. Si planificamos nuestra investigación aplicada lo suficientemente bien, para que logremos confiar en los hechos puestos al descubierto, obteniendo una estimable información, que puede ser útil para la teoría.

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2014) , la investigación aplicada, hace una contribución significativa en beneficio del individuo o de la nación a través de las relaciones de conocimiento, teoría y producto de la investigación básica.

Así lo afirma (Bello, 2015), al mencionar que “La Investigación Tecnológica tendría como finalidad solucionar problemas o situaciones que el conocimiento científico consolidado como tecnología demanda por lo tanto no sería su finalidad descubrir nuevas leyes, y casualidades, sino la de reconstruir procesos en función de descubrimientos ya realizados”.

4.3 Nivel de investigación: explicativo

Según el autor (Arias, 2012), la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones Causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis.

La presente investigación, obtuvo mediante los ensayos el efecto y de qué manera influye los nanotubos de carbono sobre el concreto convencional.

4.4 Diseño de investigación: pre experimental

El diseño de la investigación de acuerdo a los propósitos de los objetivos fue pre experimental, pues es aquella en la que el investigador trata de aproximarse a una investigación experimental. Según (Campbell, y otros, 2005), se origina una investigación pre experimental cuando:

- ✓ Se comparo un grupo al que se aplica un tratamiento experimental con otro grupo al que no se le aplica el tratamiento.
- ✓ Se midió el mismo sujeto o grupo de sujetos antes de la aplicación de la variable independiente y después de la aplicación de la misma.
- ✓ Se comparo dos grupos de sujetos a los que se les aplican tratamientos experimentales distintos.

Por tal se aplicará una prueba de la siguiente forma:

$$O1 - (X1) - O2$$

$$O1 - (X2) - O2$$

Donde:

O1: concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

O1: concreto patrón con adición de nanotubos de carbono.

(X1): adición de Nanotubos de carbono 1%

(X2): adición de Nanotubos de carbono 1.5%

En la presente investigación de acuerdo lo descrito anteriormente se aplicó un diseño pre experimental, puesto que se adiciono porcentajes de nanotubos de carbono al concreto convencional y su evaluación de resultados ante y después de la aplicación.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

Según (Levin, y otros, 2004) ,“Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones”.

Conclusiones Acorde con (Camacho, 2021) planteó que al momento de determinar la población es necesario especificar el lugar, el objeto de medición o análisis y el objeto de investigación. La decisión dependerá de la metodología inicial, los objetivos y el diseño del estudio.

Nuestra población estuvo conformada por los ensayos de trabajabilidad, resistencia a la compresión axial y resistencia a la flexión. El número de muestras en trabajabilidad fueron de 3 por dosificación en su estado fresco, haciendo un total de 9; de compresión axial 5 probetas por cada edad de ensayo del concreto patrón y sus porcentajes de nanotubos de carbono adicionado, obteniendo un total de 45 probetas; de flexión 3 vigas por cada edad de ensayo del concreto patrón y porcentaje de nanotubos de carbono adicionado obteniendo un total de 9 vigas. El número total de especímenes es de 63 distribuidos de la siguiente forma:

Tabla N° 4. 1 Mediciones

Ensayo de trabajabilidad (slump)	
patrón	3
1% NTC	3
1.5% NTC	3
Total	9 mediciones

Fuente: Propia

Tabla N° 4. 2 Probetas

Ensayo de compresión			
Edad (días)	concreto patrón	% de nanotubos de carbono	
	f'c 210kg/cm2	1%	1.5%
7	5	5	5
14	5	5	5

28	5	5	5
Total	45 probetas		

Fuente: Propia

Tabla N° 4. 3 Vigas

Ensayo de flexión			
Edad (días)	Concreto patrón	% NTC	% NTC
	f'c 210kg/cm2	1%	1.50%
28	3	3	3
Total	9 vigas		

Fuente: Propia

4.5.2 Muestra

Tipo de Muestreo: En base a los requerimientos establecidos, (basado en estos argumentos) la muestra fue intencional o basada en criterios, a conveniencia del investigador. Así (Martinez, 2009), menciona que: El muestreo intencional selecciona un conjunto de criterios que se considera necesario o muy conveniente para brindar a la unidad de análisis el mayor beneficio para el propósito del estudio.

Si la población es muy grande, se selecciona una muestra para realizar el experimento. Consisten en unidades de una población determinada. Las muestras se pueden categorizar en no probabilísticas y probabilísticas (Camacho, 2021).

En el presente trabajo de investigación se tuvo 9 muestra se trabajabilidad; 45 en compresión y 9 muestras en flexión.

Tabla N° 4. 4 Muestras

	N° Muestras
Trabajabilidad	9
Resistencia a la compresión axial	45
Resistencia a la flexión	9
total	63

Fuente: Propia.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Observación directa

Según (Bueno Sánchez, 2003)La observación científica es consecuente, en el

sentido de que está encaminada hacia un fin u objetivo real. Acorde a determinado criterio se definen aquellas características que resultan relevantes según las hipótesis establecidas, dentro del conjunto de aspectos posibles a observar en el fenómeno u objeto de la investigación.

La observación científica es sistemática, en el sentido de que para llevarla a cabo precisa tomar en cuenta principios, tareas y plazos específicos.

La presente investigación tomo la observación directa, con la finalidad de recopilación de datos del laboratorio al momento que se realizaron los respectivos ensayos.

4.6.2 Revisión bibliográfica

Las revisiones bibliográficas son un papel primordial para el avance en la ciencia debido al carácter acumulativo de la misma. Entre las funciones de estas están: evitar la repetición de investigaciones y el empleo de teorías obsoletas o con falta de credibilidad. Además, también proporcionan más ideas y modelos para futuras investigaciones (Codina, 2020).

4.6.3 Instrumento de recolección de datos

Ficha de recolección de datos: en base a las dimensiones e indicadores y la misma fue validada por expertos (ver anexo N°3).

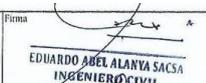
EXPERTO A NOMBRES Y APELLIDOS: EDUARDO ABEL ALANYA SACA CIP 100583	Firma  EDUARDO ABEL ALANYA SACA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 100583
EXPERTO B NOMBRES Y APELLIDOS: CARLOS ISAAC CHUNGA CONTRERAS CIP 67804	Firma   Carlos Isaac Chunga Contreras INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 67804
EXPERTO C NOMBRES Y APELLIDOS: Sebastian Joshua Olano Cespedes CIP 238799	Firma  SEBASTIAN JOSHUA OLANO CESPEDES Ingeniero Civil CIP N° 238740

Figura N° 4. 1 firma de expertos.

Validez: Según (Cabezas Mejía, y otros, 2018) se refiere a los resultados de la investigación sean producto de la influencia exclusiva de la variable independiente o tratamiento, sin permitir que hayan influenciado en los resultados otros factores o variables extrañas o intervinientes, que pueden alterar los resultados.

El conocimiento encuentra su validez en su relación con la experiencia; significa que la experiencia es la base de todos los conocimientos no solo en cuanto a su origen sino también en cuanto a los contenidos del mismo (Behar Rivero, 2008)

El instrumento fue validado por tres ingenieros civiles, según la escala de oseda, obteniendo un puntaje de 0.815, que significa excelente validez (ver anexo N°3).



Figura N° 4. 2 Escala de validación

Confiabilidad del Instrumento: En cuanto a la confiabilidad, (Hernandez, y otros, 1996) señalan: “La confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados”.

En la investigación los instrumentos de escala de laboratorio empleados, cuentan con la confiabilidad en dimensiones e indicadores, ya que cada instrumento usado en los ensayos cuenta con certificados de calibración, (ver anexo N°6).

4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Según (Niño Rojas, 2011), el análisis se define como un proceso de pensamiento que implica un examen sistemático de una muestra para determinar sus partes, las relaciones entre las partes y su relación con el todo. Por lo tanto, en presente estudio comenzó con formularios de recolección de datos.

En la presente investigación se usó técnicas procesamiento y análisis de datos siguieron un protocolo de estándar calidad y de aplicación normativa, junto con las recolecciones de la data en el laboratorio, como su posterior procesamiento de todos los partes involucrados en cada ensayo, así mismo la obtención de resultados.

4.7.1. Técnicas de procesamiento

La investigación tuvo como aplicación y procesamiento la normativa ASTM, detallado a continuación:

Tabla N° 4. 5 normativa ASTM

ENSAYOS	NORMAS
Análisis Granulométrico de los Agregados	ASTM C136/C136M-18
Peso unitario Suelto y Varillado	ASTM C29/C29-17a
Contenido de Humedad	ASTM C566-19
Gravedad específica	ASTM C127-15
Peso Específico	ASTM C128-15
Asentamiento de Concreto	ASTM C143/C143M-15a
Temperatura Mezcla fresca	ASTM C1046/C1046M-17
Peso Unitario del Concreto	ASTM C138/C138M17a
Contenido de Aire	ASTM C231/C231M-17a
Resistencia a la Compresión	ASTM C39/C39M-21
Resistencia a la Flexión	ASTM C78-18

4.7.2. Análisis de datos

En este apartado, conforme se obtuvieron los resultados de laboratorio fueron cuantificados, procesados y explicados, para la obtención del análisis de datos respectivos mediante el uso de los siguientes softwares:

Microsoft Excel: aquí se realizó la agrupación de las tablas de laboratorio separados por dimensión y tipo de ensayo y su evaluación mediante su sistema interno de Análisis de datos y su opción de prueba de T-Student para muestras emparejadas. Así como el contraste con una serie fórmulas de forma tradicional para la comprobación de la data obtenida de forma automática, obteniendo valores iguales por consiguiente válidos.

Microsoft Word: transcripción e Interpretación de tablas y figuras, para la organización, ordenamiento de resultados por objetivos específicos.

T-Student: Para determinar el Procesamiento y confiabilidad del instrumento en la hipótesis, para (Sanchez, 2015), la T-Student es el procedimiento Prueba T de muestras emparejadas, compara las medias de dos variables de un solo grupo antes de la aplicación de un tratamiento y/o dimensión y su efecto después en una hipótesis estadística dictaminando veracidad, según hipótesis nula e hipótesis alternativa. El procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si el p valor es mayor o menor a cero. El procedimiento también

automatiza el cálculo del tamaño de efecto de la prueba t. matemática (IBM SPSS Statistics, 2021)

4.8 Aspectos éticos de la investigación

Para la realización de esta investigación se considera debido proceso conforme a los principios éticos, la iniciación y terminación de los procedimientos de conformidad con el Reglamento de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes. En el art. 38 indican que, si en la elaboración de tesis se incurre en plagio u otro hecho de gravedad se someterá al interesado a procesos administrativos, (UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, 2019)

Los registros, datos y otra información utilizada en el proyecto de investigación serán confiables. Por otro lado, para evitar cometer delitos morales como plagio, falsificación de datos, falta de fuentes bibliográficas, etc., se toma en cuenta principalmente desde la presentación del proyecto para sustentar la investigación. Por eso presento las pruebas de revisión de contenido correspondientes a este proyecto. Para tener en cuenta las consideraciones éticas a lo largo del trabajo de investigación, se obtendrá el consentimiento informado de cada participante. Asimismo, la información, documentación y datos utilizados en el proyecto de investigación serán confiables. En cambio, para evitar cometer delitos éticos como plagio, falsedad de datos, falta de referencias bibliográficas, etc. desde la Presentación del Proyecto al Apoyo a la Investigación, se está teniendo en consideración a un nivel fundamental. Someto el contenido del proyecto a las pruebas de validación correspondientes.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 Descripción del diseño tecnológico

El estudio se realizó siguiendo los lineamientos de la normativa ASTM

5.1.1. Estudios de laboratorio

Tabla N° 5. 1 Normas ASTM, aplicadas en la investigación.

ENSAYOS	NORMAS	ANEXO
Análisis Granulométrico de los Agregados	ASTM C136/C136M-18	3
Peso unitario Suelto y Varillado	ASTM C29/C29-17a	3
Contenido de Humedad	ASTM C566-19	3
Gravedad específica	ASTM C127-15	3
Peso Específico	ASTM C128-15	3
Asentamiento de Concreto	ASTM C143/C143M-15a	3
Temperatura Mezcla fresca	ASTM C1046/C1046M-17	3
Peso Unitario del Concreto	ASTM C138/C138M17a	3
Contenido de Aire	ASTM C231/C231M-17a	3
Resistencia a la Compresión	ASTM C39/C39M-21	3
Resistencia a la Flexión	ASTM C78-18	3

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Descripción de resultados de laboratorio.

Caracterización de los nanotubos

Especificaciones técnicas

Tabla 5. 1 Características de nanotubos

Propiedades	NTC
Diámetro	0,4-5nm
Densidad	1.33 – 1.40 g·cm ³
Fuerza de tensión	45· 1012 Pa
Resistencia	Pueden ser doblados en ángulos

grandes y volver a su estado normal sin sufrir daño	
Transmisión de calor	CaSO ₄ · 2H ₂ O
Estabilidad a la temperatura.	Estable a >2800°C en vacío y a >750°C en aire.

Fuente: Propia

Caracterización de los agregados

Se realizó los ensayos con los agregados de las canteras seleccionadas y diseñar las respectivas dosificaciones de cada elemento que compone la elaboración del concreto con el agua, agregados fino, agregado grueso y cemento.

Tabla N° 5. 2 Granulometría de agregado grueso.

AGREGADO GRUESO		
Malla	(mm)	% Pasa acum.
4"	101.6	100.0
3 1/2"	88.9	100.0
3"	76.2	100.0
2 1/2"	63.5	100.0
2"	50.8	100.0
1 1/2"	38.1	100.0
1"	25.4	96.8
3/4"	19.05	69.1
1/2"	12.7	33.4
3/8"	9.53	12.6
# 4	4.75	1.1
# 8	2.36	0.6
# 16	1.18	0.3
# 30	0.59	0.1
# 50	0.3	0.1
# 100	0.15	0.0
Fondo		0.0

Fuente: Laboratorio.

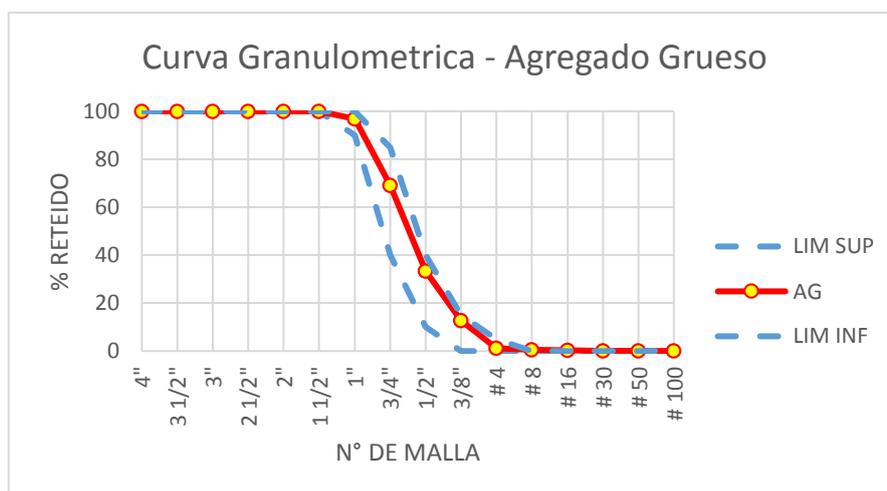


Figura N° 5. 1 Curva Granulométría del agregado grueso

Fuente: Propia.

Interpretación: de figura 5.1, la curva granulométrica cumple con el estándar normativo ASTM C136/C136M-18, ubicándose dentro de los límites superior e inferior.

Tabla N° 5. 3 Granulométría de agregado fino

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA		
Malla		% Pasa acum.
(Pulg)	(mm)	
4"	101.6	100.0
3 1/2"	88.9	100.0
3"	76.2	100.0
2 1/2"	63.5	100.0
2"	50.8	100.0
1 1/2"	38.1	100.0
1"	25.4	100.0
3/4"	19.05	100.0
1/2"	12.7	100.0
3/8"	9.53	100.0
# 4	4.75	96.6
# 8	2.36	86.0
# 16	1.18	66.2
# 30	0.59	43.0
# 50	0.3	14.4
# 100	0.15	4.2
Fondo		0.0

Fuente: laboratorio.

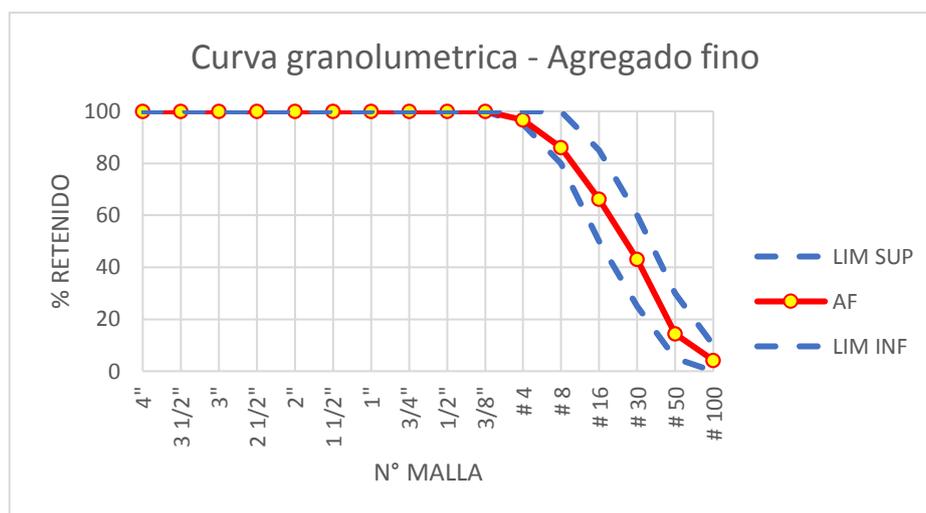


Figura N° 5. 2 Curva Granulométría del agregado fino.

Fuente: Propia.

Interpretación: de figura 5.2, la curva granulométrica del agregado fino cumple con el estándar normativo ASTM C136/C136M-18, ubicándose dentro de los límites superior e inferior.

Tabla N° 5. 4 Peso unitario suelto y varillado del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO						
condición suelta			condición compactada			
Nº	Peso muestra + molde (kg)	peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)	Peso muestra + molde (kg)	peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)
1	12.91	10.49	1492	14.21	11.79	1677
2	12.9	10.48	1491	14.21	11.79	1677
	promedio		1492	promedio		1677
	PESO UNITARIO SUELTO KG/M3		1492	PESO UNITARIO COMPACTADO KG/M3		1677
	VACÍOS %		44.4	VACÍOS %		37.5
	VOLUMEN DEL MOLDE	0.00703		PESO ESPECÍFICO SECO (kg/cm ³)		2690
	PESO DEL MOLDE	2.42				

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 5 Peso unitario suelto y varillado del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO						
condición suelta			condición compactada			
Nº	Peso muestra + molde	peso de la muestra	Peso Unitario (kg/cm ³)	Peso muestra + molde	peso de la muestra	Peso Unitario (kg/cm ³)
1	6.11	4.47	1581	6.53	4.89	1728
2	6.11	4.47	1579	6.54	4.89	1730
	promedio		1580	promedio		1729

PESO UNITARIO SUELTO	1580	PESO UNITARIO COMPACTADO	1729
% DE VACÍOS	39.5	% DE VACÍOS	33.8
VOLUMEN DEL MOLDE	0.00283	PESO ESPECÍFICO SECO (kg/cm ³)	2621
PESO DEL MOLDE	1.64		

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 6 Contenido de Humedad del agregado grueso.

Descripción	UNIDADES	DATOS
peso suelo húmedo	GR	2365.0
peso el suelo seco	GR	2344.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.89

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 7 Contenido de Humedad del agregado fino

Descripción	UNIDADES	DATOS
peso suelo húmedo	GR	1913.2
peso del suelo seco	GR	1882.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.61

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 8 Gravedad específica del agregado grueso.

N°	Resultados	unidades	resultados
1	peso específico de masa	g/cc	2690
2	peso específico saturado. sup. seca	g/cc	2712
3	peso específico aparente	g/cc	2750
4	absorción de agua	%	0.8

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 9 Gravedad específica del agregado fino.

N°	Resultados	unidades	resultados
1	peso específico de masa	g/cc	2621
2	peso específico saturado. sup. seca	g/cc	2670
3	peso específico aparente	g/cc	2.754
4	absorción de agua	%	1.83

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 10 Diseño de mezcla método ACI.

DISEÑO DE MEZCLA		
Diseña de mezcla $f_c=210$ kg/cm ² , Cemento Tipo I, Slump 3-4		
CEMENTO	SOL TIPO I	
AGUA	POTABLE LIMA	
AGREGADO GRUESO	LA GLORIA	
AGREGADO FINO	SAN PEDRITO	
ASENTAMIENTO 4 (Pulgadas)	4	
FACTOR DE CEMENTO (Bolsa/m ³)	8.9	
RELACIÓN A/C SECO	0.571	
RELACIÓN A/C OBRA	0.574	
PROPORCIONES DE MATERIALES POR M3	DISEÑO SECO	DISEÑO HÚMEDO
CEMENTO (kg/m ³)	380	380
AGUA (L/m ³)	217	218
AGREGADO GRUESO (kg/m ³)	906	914
AGREGADO FINO (kg/m ³)	814	828
PESO TOTAL	2317	2340

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 11 Dosificación concreto patrón

DOSIFICACIÓN PATRÓN				
PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (Kg/bolsa)	1	2.18	2.4	24 lt/bolsa
	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 12 Dosificación concreto patrón + 1% nanotubos de carbono

DOSIFICACIÓN 1% NTC					
PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (Kg/bolsa)	1	2.18	2.4	24	0.43
	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Nanotubos de carbono

Fuente: Laboratorio.

Tabla N° 5. 13 Dosificación concreto patrón + 1.5% nanotubos de carbono

DOSIFICACIÓN 1.5% NTC					
PROPORCIONES EN PESO CORREGIDO (Kg/bolsa)	1	2.18	2.4	24	0.64
	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua	Nanotubos de carbono

Fuente: Laboratorio.

5.2 Resultados de la investigación

5.2.1 Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la trabajabilidad del concreto convencional.

Los resultados fueron obtenidos del concreto en su estado fresco, con la medición del Slump, mediante el cual se observó el nivel de trabajabilidad del concreto patrón y sus adiciones de 1 y 1.5% de nanotubos de carbono.

Tabla N° 5. 14 Resultados de la Trabajabilidad

Identificación de los diseños	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
Diseño patrón	Pulg.	4	4 1/4	4 1/4	4.17
1% Nanotubos de carbono	Pulg.	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2.50
1.5% Nanotubos de carbono	Pulg.	3/4	1/2	1/2	0.58

Fuente: Elaboración Propia

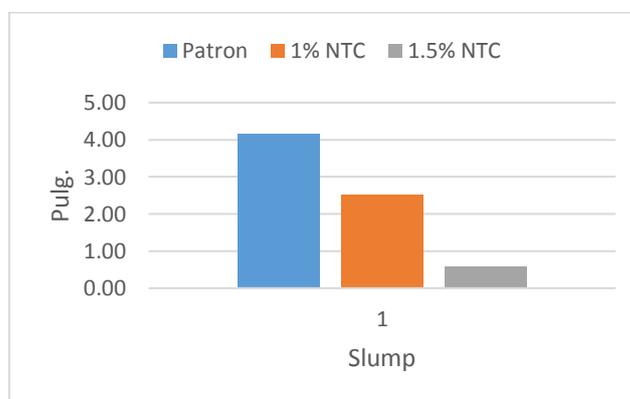


Figura N° 5. 3 Comparación Slump entre la probeta patrón y con adición al 1 % y 1.5% de nanotubos de carbono.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Como se observa en el grafico la trabajabilidad disminuyo considerablemente con la adición del 1,5% de nanotubos de carbono respecto al concreto convencional, lo cual significa que el slump disminuye, por consiguiente, es un concreto poco trabajable por tener un asentamiento de 0.58pulg.

5.2.2 Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la compresión del concreto convencional.

Prosiguiendo, tal cómo se indicó en el segundo objetivo específico, el cual fue determinar la resistencia a la compresión del concreto $F^{\prime}C = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y

28 días y sus adiciones al 1% y 1.5% de nanotubos de carbono respectivamente, se desarrolló según la norma establecido ASTM.

Resistencia a la compresión del concreto convencional

Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto convencional patrón, se ensayaron 15 probetas divididos en 3 grupos de 5, por edad de curado en 7, 14 y 28 días, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N° 5. 15 Resistencia a la compresión del concreto patrón

N° PROBETA	EDAD Días	Carga máxima kN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA f'c=Kg/Cm ²	PROMEDIO
patrón M-1	7	184	7698	244	
patrón M-2	7	202	8171	252	
patrón M-3	7	204	8171	254	242.8
patrón M-4	7	178	8171	222	
patrón M-5	7	194	8171	242	
patrón M-6	14	206	7698	273	
patrón M-7	14	206	7543	278	
patrón M-8	14	212	7543	275	274.2
patrón M-9	14	210	7698	272	
patrón M-10	14	211	7854	273	
patrón M-11	28	256	202	326	
patrón M-12	28	250	201	331	
patrón M-13	28	253	202	336	330.8
patrón M-14	28	246	201	319	
patrón M-15	28	269	202	342	

Fuente: Elaboración Propia

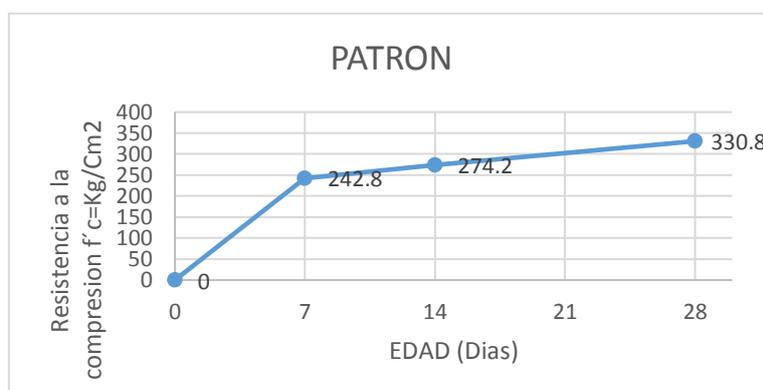


Figura N° 5. 4 Resistencia a compresión concreto patrón.

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto convencional con adición de nanotubos de carbono al 1.0%

Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con adición del 1% de nanotubos de carbono en función al peso del cemento, se ensayaron 15 probetas divididos en 3 grupos de 5 probetas, por edad de curado en 7, 14 y 28 días, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 5. 16 Concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono.

N° PROBETA	EDAD Días	Carga máxima kN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA f'c=Kg/Cm ²	Promedio Kg/Cm ²
Nanotubo 1% M-1	7	206	7543	279	269.2
Nanotubo 1% M-2	7	205	7698	272	
Nanotubo 1% M-3	7	204	8171	254	
Nanotubo 1% M-4	7	216	8171	269	
Nanotubo 1% M-5	7	205	7698	272	
Nanotubo 1% M-6	14	245	8012	312	305.8
Nanotubo 1% M-7	14	241	7698	319	
Nanotubo 1% M-8	14	236	8012	300	
Nanotubo 1% M-9	14	225	7543	305	
Nanotubo 1% M-10	14	226	7854	293	
Nanotubo 1% M-11	28	261	7698	346	352.6
Nanotubo 1% M-12	28	260	7698	344	
Nanotubo 1% M-13	28	266	7543	360	
Nanotubo 1% M-14	28	283	8171	353	
Nanotubo 1% M-15	28	266	7543	360	

Fuente: Elaboración Propia

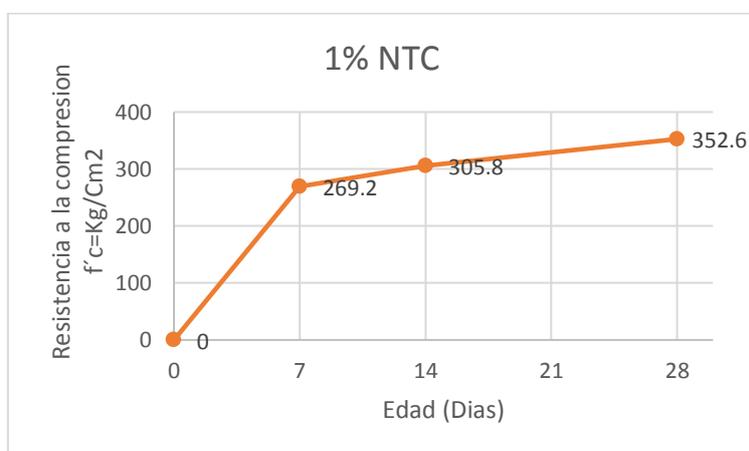


Figura N° 5. 5 Resistencia a compresión concreto patrón con adición del 1% de nanotubos de carbono.

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto convencional con adición de nanotubos de carbono al 1.5%

Para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto convencional con adición del 1.5% de nanotubos de carbono, se ensayaron 15 probetas divididos en 3 grupos de 5, por edad de curado en 7, 14 y 28 días, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 5. 17 Concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono.

N° PROBETA	EDAD Días	Carga máxima kN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA f'c=Kg/Cm ²	Promedio Kg/Cm ²
Nanotubo 1.5% M-1	7	194	7698	257	
Nanotubo 1.5% M-2	7	194	7698	257	
Nanotubo 1.5% M-3	7	202	8012	257	258
Nanotubo 1.5% M-4	7	199	7698	264	
Nanotubo 1.5% M-5	7	193	7698	255	
Nanotubo 1.5% M-6	14	221	8012	281	
Nanotubo 1.5% M-7	14	221	7854	287	
Nanotubo 1.5% M-8	14	211	7698	280	280.6
Nanotubo 1.5% M-9	14	216	8171	270	
Nanotubo 1.5% M-10	14	215	7698	285	
Nanotubo 1.5% M-11	28	265	8012	337	
Nanotubo 1.5% M-12	28	270	7898	350	
Nanotubo 1.5% M-13	28	254	7698	336	342.4
Nanotubo 1.5% M-14	28	271	8012	345	
Nanotubo 1.5% M-15	28	265	7854	344	

Fuente: Elaboración Propia

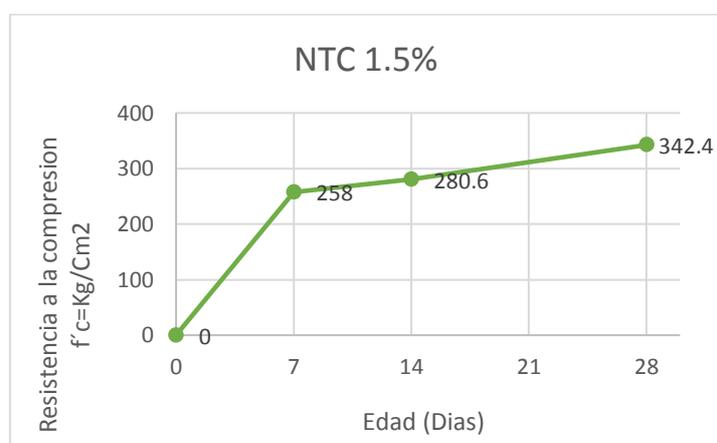


Figura N° 5. 6 Resistencia a compresión concreto patrón con adición del 1.5% de nanotubos de carbono.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 18 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.

Edad (días)	concreto patrón	1% NTC	1.5% NTC
0	0	0	0
7	242.8	269.2	258
14	274.2	305.8	280.6
28	330.8	352.6	342.4

Fuente: Elaboración Propia

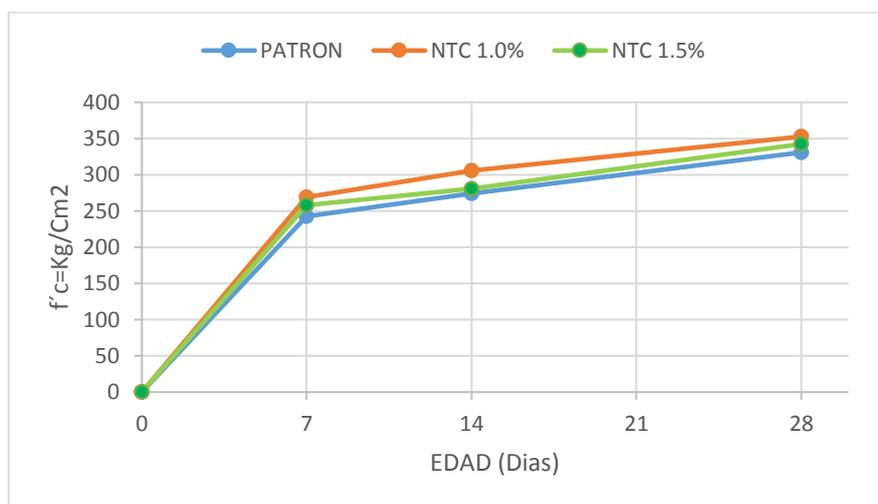


Figura N° 5. 7 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 5.18 y en la figura 5.7 se aprecia en el gráfico, existen variaciones en las resistencias a la compresión entre las probetas patrón y las que presentan adiciones de nanotubos de carbono al 1 % y 1.5%, respectivamente, con diseño de edades de 7,14 y 28 días.

El diseño del concreto convencional es de 210 Kg/cm², cuyo resultado fue a los 28 días 330.8 kg/cm² o, las probetas con adiciones a los 28 días los resultados siguientes: al 1% 352.6 Kg/cm² al y al 1.5% 342.4 Kg/cm², respectivamente

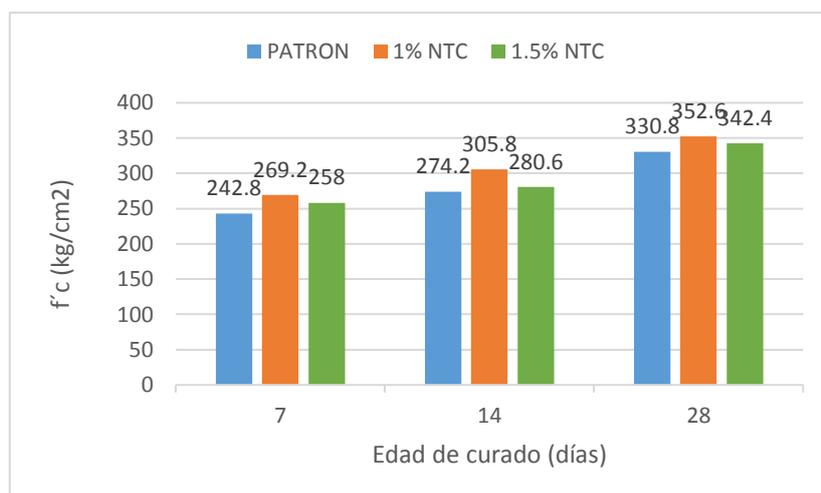


Figura N° 5. 8 Resultados de la resistencia a la compresión axial a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 5.8 se observa el comportamiento de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional en porcentaje 1% y 1.5% a la edad de 7, 14 y 28 días influye positivamente la resistencia a compresión. Se dilucida que la mayor resistencia fue 352.6kg/cm² que resulto con una adición de 1% a los 28 días.

Tabla N° 5. 19 Compresión axial a los 7, 14 y 28 días

N° Probeta	Edad 7 días	Promedio	Edad 14 días	Promedio	Edad 28 días	Promedio
patrón M-1	244		273		326	
patrón M-2	252		278		331	
patrón M-3	254	242.8	275	274.2	336	330.8
patrón M-4	222		272		319	
patrón M-5	242		273		342	
Nanotubo 1% M-1	279		312		346	
Nanotubo 1% M-2	272		319		344	
Nanotubo 1% M-3	254	269.2	300	305.8	360	352.6
Nanotubo 1% M-4	269		305		353	
Nanotubo 1% M-5	272		293		360	
Nanotubo 1.5% M-1	257		281		337	
Nanotubo 1.5% M-2	257		287		350	
Nanotubo 1.5% M-3	257	258	280	280.6	336	342.4
Nanotubo 1.5% M-4	264		270		345	
Nanotubo 1.5% M-5	255		285		344	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Resultados de la determinación de cómo influyo los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la flexión del concreto convencional.

Prosiguiendo, tal como se indicó en el tercer objetivo específico, el cual fue determinar la resistencia a la flexión del concreto convencional a los 28 días y sus adiciones al 1% y 1.5% de nanotubos de carbono respectivamente, se desarrolló según reglamento establecido para resultados con un alto índice de fiabilidad.

Tabla N° 5. 20 Resistencia a la flexión del concreto patrón a los 28 días

	Edad	Altura promedio	Ancho promedio	Luz libre	Carga máxima	Módulo de rotura	Módulo de rotura
	días	mm	mm	mm	KN	Mpa	Kg/Cm2
Diseño patrón M-1	28	151	154	451	38.2	4.9	48.95
Diseño patrón M-2	28	152	154	450	37.3	4.7	47.93
Diseño patrón M-3	28	153	154	451	37.8	4.7	47.93

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 21 Resistencia a la flexión del concreto patrón con 1% de nanotubos de carbono a los 28 días

	Edad	Altura promedio	Ancho promedio	Luz libre	Carga máxima	Módulo de rotura	Módulo de rotura
	días	mm	mm	mm	KN	Mpa	kg/cm2
Nanotubos 1% M-1	28	154	153	450	40	5	50.99
Nanotubos 1% M-2	28	154	153	451	41	5.1	52.01
Nanotubos 1% M-3	28	154	152	450	40	4.9	49.97

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 22 Resistencia a la flexión del concreto patrón con 1.5% de nanotubos de carbono a los 28 días

	Edad	Altura promedio	Ancho promedio	Luz libre	Carga máxima	Módulo de rotura	Módulo de rotura
	días	mm	mm	mm	KN	Mpa	kg/cm2
Nanotubos 1.5% M-1	28	151	151	450	36	4.7	47.93
Nanotubos 1.5% M-2	28	153	152	451	37	4.7	47.93
Nanotubos 1.5% M-3	28	154	154	451	38	4.6	46.91

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 23 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.

	Patrón	1% de NTC	1.5% de NTC
edad días	Módulo de rotura	Módulo de rotura	Módulo de rotura
28	48.27	50.99	47.59

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 24 Resistencia a flexión

N° Probeta	Edad 28 días	Promedio
Patrón M-1	48.95	
Patrón M-2	47.93	48.27
Patrón M-3	47.93	
Nanotubo 1% M-1	50.99	
Nanotubo 1% M-2	52.01	50.99
Nanotubo 1% M-3	49.97	
Nanotubo 1.5% M-1	47.93	
Nanotubo 1.5% M-2	47.93	47.59
Nanotubo 1.5% M-3	46.91	

Fuente: Elaboración Propia

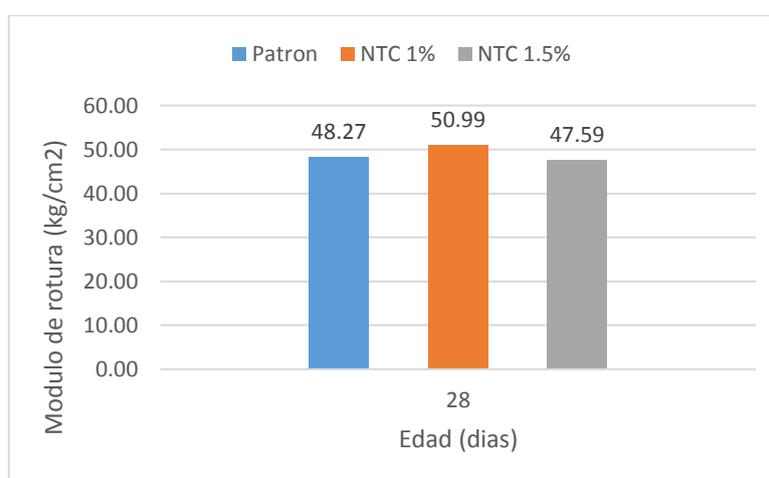


Figura N° 5. 9 Comparación del concreto patrón vs adición de nanotubos de carbono al 1% y 1.5%.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 5.23, 5.24 y la figura 5.9 se observa el comportamiento de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional. Con adición de 1% obtiene 50.99kg/cm² de módulo de rotura y con 1.5% el módulo de rotura es inferior al alcanzado por el concreto patrón, en consecuencia, se dilucida que el mayor módulo de rotura, resulta con una adición de 1% a los 28 días.

5.3 Contratación de hipótesis

Las contrataciones hipótesis se da con estadística T-student por la izquierda para compresión axial y flexión, por la derecha para trabajabilidad.

5.3.1 Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional y su influencia sobre la trabajabilidad.

H_0 : Los nanotubos de Carbono no influyen positivamente en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.

H_1 : Los nanotubos de Carbono influyen positivamente en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación de la ciudad de lima.

Tabla N° 5. 25 Análisis estadístico de datos con adición de nanotubos de carbono al 1%.

	Patrón	1% NTC
M1	4.00	2 1/2
M2	4 1/4	2 1/2
M3	4 1/4	2 1/2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 26 Prueba de hipótesis con adición del 1% de nanotubos de carbono.

	Patrón	1% NTC
Media	4.166667	2.5
Varianza	0.020833	0
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	
Estadístico t	20	
P(T<=t) una cola	0.001245	
Valor crítico de t (una cola derecha)	2.919986	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \leq 0$$

$$H_1: u_d > 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

H_0 : No Se observa una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_1 : Se observa una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$$P = 0.001245$$

En resultado, se resolvió que si hay una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Tabla N° 5. 27 Análisis estadístico de datos con adición de nanotubos de carbono al 1.5%.

	Patrón	1.5% NTC
M1	4.00	2 1/2
M2	4 1/4	2 1/2
M3	4 1/4	2 1/2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 28 Prueba de hipótesis con adición del 1.5% de nanotubos de carbono.

	Patrón	1.5% NTC
Media	4.16666667	0.58333333
Varianza	0.02083333	0.02083333
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	
Estadístico t	21.5	
P(T<=t) una cola	0.00107817	
Valor crítico de t (una cola derecha)	2.91998558	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \leq 0$$

$$H_1: u_d > 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

H₁: Se observa una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H₀: No Se observa una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: **H₁** es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: **H₀** es correcto

$$P = 0.00107817$$

En resultado, se resolvió que si hay una disminución significativa del SLUMP del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

5.3.2 Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto convencional y su influencia sobre la resistencia a compresión.

A los 7 días.

Tabla N° 5. 29 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1% a los 7 días.

	Patrón	1% NTC
M1	244	279
M2	252	272
M3	254	254
M4	222	269
M5	242	272

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 30 Prueba de hipótesis con adición del 1% de nanotubos de carbono a los 7 días.

	Patrón	1% NTC
Media	242.8	269.2
Varianza	161.2	85.7
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-3.340434319	
P(T<=t) una cola	0.014412059	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 7 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en f^c a los 7 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, sí $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$$P = 0.014412059$$

En resultado, se resolvió que a los 7 días si hay aumento significativo en f^c a los 7 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Tabla N° 5. 31 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1.5% a los 7 días de curado

	Patrón	1.5% NTC
M1	244	257
M2	252	257
M3	254	257
M4	222	264
M5	242	255

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 32 Prueba de hipótesis con adición del 1.5% de nanotubos de carbono a los 7 días.

	Patrón	1.5% NTC
Media	242.8	258
Varianza	161.2	12
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2.1705428	
$P(T \leq t)$ una cola	0.04787597	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 7 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 7 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, sí $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$P = 0.04787597$

En resultado, se resolvió que a los 7 días si hay aumento significativo en $f'c$ del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

A los 14 días.

Tabla N° 5. 33 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1 % a los 14 días de curado.

	Patrón	1% NTC
M1	273	312
M2	278	319
M3	275	300
M4	272	305
M5	273	293

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 34 Prueba de hipótesis con adición del 1% de nanotubos de carbono a los 14 días

	Patrón	1% NTC
Media	274.2	305.8
Varianza	5.7	102.7
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-7.8607938	
P(T<=t) una cola	0.00070761	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 14 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 14 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, sí $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$P = 0.00070761$

En resultado, se resolvió que a los 14 días si hay aumento significativo en $f'c$ del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Tabla N° 5. 35 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1.5 % a los 14 días de curado.

	Patrón	1.5% NTC
M1	273	281
M2	278	287
M3	275	280
M4	272	270
M5	273	285

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 36 Prueba de hipótesis con adición del 1.5% de nanotubos de carbono a los 14 días.

	Patrón	1.5% NTC
Media	274.2	280.6
Varianza	5.7	43.3
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2.6901207	
P($T \leq t$) una cola	0.02732561	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 14 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en f^c a los 14 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$P = 0.02732561$

En resultado, se resolvió que a los 14 días si hay aumento significativo en f^c del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

A los 28 días.

Tabla N° 5. 37 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1 % a los 28 días de curado.

	Patrón	1% NTC
M1	326	346
M2	331	344
M3	336	360
M4	319	353
M5	342	360

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 38 Prueba de hipótesis con adición del 1% de nanotubos de carbono a los 28 días.

	Patrón	1% NTC
Media	330.8	352.6
Varianza	78.7	56.8
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-6.180823	
$P(T \leq t)$ una cola	0.00174064	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en f^c a los 28 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 28 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$$P = 0.00174064$$

En resultado, se resolvió que a los 28 días si hay aumento significativo en $f'c$ del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Tabla N° 5. 39 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1.5 % a los 28 días de curado.

	Patrón	1.5% NTC
M1	326	337
M2	331	350
M3	336	336
M4	319	345
M5	342	344

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 40 Prueba de hipótesis con adición del 1.5% de nanotubos de carbono a los 28 días.

	Patrón	1.5% NTC
Media	330.8	342.4
Varianza	78.7	34.3
Observaciones	5	5
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2.3454694	
P(T<=t) una cola	0.03945251	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 4.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 28 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H_0 : No Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 28 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$$P = 0.03945251$$

En resultado, se resolvió que a los 28 días si hay aumento significativo en $f'c$ del concreto convencional con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

5.3.3 Análisis de datos de la adición de nanotubos de carbono al concreto patrón y su influencia sobre la resistencia a la flexión a los 28 días.

Tabla N° 5. 41 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1 % a los 28 días de curado.

	Patrón	1% NTC
M1	48.946	50.99
M2	47.927	52.01
M3	47.927	49.97

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 42 Prueba de hipótesis con adición del 1% de nanotubos de carbono a los 28 días.

	Patrón	1% NTC
Media	48.2666667	50.985843
Varianza	0.34612033	1.0399207
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-4.0006911	
P(T<=t) una cola	0.02858643	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

H_1 : Se observa un aumento significativo en $f'c$ a los 28 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H₀: No Se observa un aumento significativo en f'c a los 28 días del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: **H₁** es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: **H₀** es correcto

$P = 0.02858643$

En resultado, se resolvió que a los 28 días si hay aumento significativo en la resistencia a flexión del concreto con adición de 1% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Tabla N° 5. 43 Análisis de datos con adición de nanotubos de carbono al 1.5 % a los 28 días de curado.

	Patrón	1.5 NTC
M1	48.95	47.93
M2	47.93	47.93
M3	47.93	46.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. 44 Prueba de hipótesis con adición del 1.5% de nanotubos de carbono a los 28 días.

	Patrón	1.5% NTC
Media	48.26667	47.58697
Varianza	0.34612	0.346868
Observaciones	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	1.999999	
P(T<=t) una cola	0.091752	
Valor crítico de t (una cola)	2.919986	

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis estadística:

$$H_0: u_d \geq 0$$

$$H_1: u_d < 0$$

El nivel de confianza es del 95% y los grados de libertad son 2.

H₁: Se observa un aumento significativo en f'c a los 28 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

H₀: No Se observa un aumento significativo en f'c a los 28 días del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

Si $P < 0.05$; en tal caso: H_1 es aceptado, si $P > 0.05$; en tal caso: H_0 es correcto

$$P = 0.091752$$

En resultado, se resolvió que a los 28 días no hay un aumento significativo en la resistencia a flexión del concreto con adición de 1.5% de nanotubos de carbono respecto al concreto patrón.

CAPITULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 De la trabajabilidad:

La trabajabilidad varía según el slump obtenido de 4.17, 2.50 y 0.58 pulg. para adiciones de concreto convencional, (concreto convencional + 1% de NTC) y (concreto convencional + 1.5% de NTC), respectivamente. La máxima trabajabilidad obtenida fue de slump 4.17 pulg. con el concreto convencional; para mayores valores a esta adición la trabajabilidad disminuye.

De la validación de hipótesis, se resolvió que si hay una disminución significativa del slump del concreto convencional con adición de 1% y 1.5% de nanotubos de carbono.

En contraste con (Flores Oriundo, y otros, 2022), la trabajabilidad disminuyó entre el 3% y el 26% con una incorporación de grafeno 0.05% a la mezcla de concreto en comparación de la mezcla de concreto convencional sin grafeno.

De los resultados obtenidos por (Mudasir, y otros, 2020), la trabajabilidad del concreto reforzado con nanotubos de carbono (CNTC) se redujo en un 60 %.

6.2 De la resistencia a la compresión:

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. La máxima resistencia obtenida fue de 352.6 kg/cm² (concreto convencional + 1% de NTC). para mayores valores a esta adición la resistencia disminuye.

En contraste con la hipótesis, se resolvió que a los 7, 14 y 28 días si hubo aumento significativo en f^c del concreto convencional con adición de 1% y 1.5% de nanotubos de carbono respectivamente.

En contraste con (Galán Fiestas, y otros, 2021), el concreto con NTC: los resultados indican que la resistencia a la compresión aumenta.

De igual manera coincidimos con (Vijaya Bhaskar, y otros, 2019), que los resultados revelan que el 0,25 % de MWCNT es la dosis óptima para lograr la máxima resistencia a la compresión.

En contraste con (Farias de Medeiros, y otros, 2021), que la adición nanotubos de carbono, resulto un aumento en la resistencia a la compresión.

6.3 De la resistencia a flexión:

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. La máxima resistencia obtenida fue de 5MPa (concreto convencional + 1% de NTC). para mayores valores a esta adición la resistencia disminuye.

En contraste con la hipótesis, se resolvió que, a los 28 días, si hubo un aumento significativo en la resistencia a flexión del concreto convencional con adición de 1% de nanotubos de carbono y que con adición de 1.5% NTC no hay aun aumento significativo.

De igual manera coincidimos con (Galán Fiestas, y otros, 2021), que el concreto con NTC; los resultados indican que la trabajabilidad disminuye, las resistencias a la compresión, tracción y flexión aumentan.

Así mismo de acuerdo a (Vijaya Bhaskar, y otros, 2019) los resultados revelan que el 0,25 % de MWCNT es la dosis óptima para lograr la máxima resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión.

6.4 De los resultados generales:

De acuerdo con los resultados obtenidos el concreto convencional con adición de nanotubos de carbono en 1% sí influye positivamente en la resistencia a compresión, flexión y que la trabajabilidad disminuye.

Del contraste de las hipótesis estadísticas del concreto convencional con adición de 1% nanotubos de carbono demuestran que si hubo un aumento significativo y que no hay un aumento significativo de la trabajabilidad.

Coincidimos con (Galán Fiestas, y otros, 2021), que el concreto con NTC; los resultados indican que la trabajabilidad disminuye, las resistencias a la compresión, tracción y flexión aumentan.

En contraste con (Flores Oriundo, y otros, 2022), Conforme los estudios de las fuentes en ensayos de compresión, se induce que la adición de porcentajes de grafeno entre 0.02%-0.04% con respecto al peso de cemento empleado, tiene un incremento desde el 10% en su resistencia comparado a un patrón. Respecto al trabajabilidad disminuye entre el 3% y el 26% con una incorporación de grafeno 0.05% a la mezcla de concreto en comparación de la mezcla de concreto patrón sin grafeno.

A si mismo coincidimos con (Mudasir, y otros, 2020), que los resultados obtenidos en trabajabilidad del concreto reforzado con nanotubos de carbono (CNTC) se redujo en un 60 % y la relación A/C=0,50 se consideró ideal tanto para el asentamiento como para la resistencia. En este A/C, la resistencia a la compresión para CNTC aumentó en un 7,20%, la resistencia a flexión.

CONCLUSIONES

Conclusión 1:

Se determinó que la influencia de los nanotubos de carbono en la trabajabilidad es negativa, ya que según el slump obtenido de 4.17, 2.50 y 0.58 pulg. para adiciones de concreto convencional, (concreto convencional + 1% de NTC) y (concreto convencional + 1.5% de NTC), respectivamente. La mínima trabajabilidad obtenida fue de slump 0.58 pulg. (concreto convencional + 1.5% de NTC); para valores menores a esta adición la trabajabilidad aumenta. De la validación de hipótesis, se concluyó que si hubo una disminución significativa del slump del concreto convencional con adición de 1% y 1.5% de nanotubos de carbono.

Conclusión 2:

Se concluyo que los nanotubos de carbono influyen positivamente sobre la resistencia a compresión, de las combinaciones, la máxima la resistencia a la compresión a los 28 días fue de 352.6 kg/cm² para el concreto convencional + 1% de NTC y que la resistencia (concreto convencional + 1.5% de NTC) es mayor que el concreto convencional y menor que el (concreto convencional + 1% de NTC) respectivamente. Que tomando en cuenta el contraste de hipótesis se concluye que si hubo aumento significativo en f'_c del concreto convencional con adición de 1% y 1.5% de nanotubos de carbono.

Conclusión 3:

Se concluyo que la influencia de los nanotubos de carbono fue positiva y que la máxima resistencia a la flexión se tuvo con 5MPa(50.99kg/cm²) para el concreto convencional + 1% de NTC. Que mayores valores a esta adición la resistencia disminuye. De la hipótesis estadística concluyo que sí hubo un aumento significativo en la resistencia a flexión del concreto convencional con adición de 1% de nanotubos de carbono y que con adición de 1.5% NTC no hay aun aumento significativo.

Conclusión 4:

Se concluyo que para el concreto convencional con 1% de nanotubos de carbono influyo positivamente y fue la más optima, 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), que la influencia en la trabajabilidad fue aceptable con 2.50 pulg de slump. Que de las hipótesis planteadas cumplió para la resistencia a compresión y flexión, ya que se resolvió que si hubo un aumento significativo de las resistencias. Así como en la trabajabilidad se resolvió que no hubo un aumento significativo.

RECOMENDACIONES

De las conclusiones y como influyo los nanotubos de carbono sobre la trabajabilidad, se recomienda el uso de aditivos para tener mejores resultados sobre el concreto convencional con adición de 1% y 1.5% de NTC y que se evalué en función del porcentaje.

De la resistencia a compresión y flexión se recomienda para futuras investigaciones, que se evalúen combinaciones menores al 1% de adición de nanotubos de carbono y evaluar como influyen al 0.9%, 0.8%, 0.7% de NTC en el concreto convencional. Así mismo tomar en cuenta una aplicación directa sobre un elemento estructural en combinaciones con acero como columnas y vigas.

Se recomienda, como consecuencia de los resultados obtenidos y para futuras investigaciones, que se evalúen ensayos de tracción, permeabilidad y abrasión, con adiciones de 0.9%, 0.8%, 0.7% de NTC en el concreto convencional y determinar su influencia, así como elevar el número de especímenes a 15 por edades de 7,14 y 28 días.

Se deja abierta la posibilidad de realizar ensayos de permeabilidad, de abrasión en los concretos con adiciones de NTC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. 2009.** *Tecnología del concreto*. Segunda ed. Lima : s.n., 2009.
- Aceituno Huacani, Carlos . 2020.** *Trucos y secretos de la praxis cuantitativa*. 1. Cusco : s.n., 2020.
- Alicia Concytec. 2022.** [En línea] 2022.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Search/Results?lookfor=nanotubos+de+carbono&type=AllFields&filter%5B%5D=topic_browse%3A%22Nanotubos+de+carbono%22.
- Apaza Mango, Víctor Ángel y Quispe Mamani, Katherine Milagros. 2018.** *Mejoramiento de Propiedades Mecánicas del Concreto*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa : 2018.
- Arias, Fidias G. 2012.** *El Proyecto de Investigación*. Caracas : Episteme, 2012. ISBN: 980-07-8529-9.
- ASOCEM. 2021.** *Reporte Estadístico Mensual de Diciembre 2021*. 2021.
- ASTM C 33.** *Especificación estándar para AGREGADOS PARA CONCRETO*.
- ASTM C143/C143M.** *Método de Ensayo Estándar para REVENIMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO HIDRAULICO*. s.l. : ASTM.
- ASTM C33/C33M-18. 2018.** *Especificación estándar para agregados para hormigón*. [ed.] ASTM. 2018.
- Behar Rivero, Daniel Salomón. 2008.** *Introducción a la Metodología de la Investigación*. s.l. : Editorial Shalom, 2008. ISBN 978-959-212-773-9.
- Bello, Freddy. 2015.** *Reflexión: La Investigación Tecnológica o cuando la solución es el problema*. s.l. : Revista FACES, 2015.
- Bernal . 2010.** *Metodología de la Investigación*. México : Trillas, 2010.
- Boris Yakobson, I. y Pahedon Avouris. 2000.** *Mechanical Properties of Carbon Nanotubes*. 2000.
- Bueno Sánchez, Eramis. 2003.** *La investigación científica*. Zacatecas : s.n., 2003.
- Cabezas Mejía, Edison Damián , Andrade Naranjo, Diego y Torres Santamaría, Johana. 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Primera edición electrónica. 2018. ISBN: 978-9942-765-44-4.
- Camacho, Briceida. 2021.** *Población y muestra*. [aut. libro] Briceida Camacho de Báez. *Metodología de la investigación científica*. 2021, pág. 10.

Campbell, D. y Stanley, J. 2005. *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. 1ª edición en castellano 1973; novena reimpresión. Buenos Aires : Amorrortu, 2005.

Candia Ponce, Daisy Gabriela y Ccorahua Quispe, Vladimir Lenin. 2019. *Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con NTC (nanotubos de carbono) con respecto a una mezcla asfáltica convencional, según el método marshall*. Universidad Andina del Cusco, Cusco : 2019.

Cardona Valdez, Jazmin Aracelly . 2020. *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE MORTEROS DE CEMENTO TIPO PORTLAND CON DIFERENTES DOSIS DE NANOTUBOS DE CARBONO DE PARED MÚLTIPLE OXIDADOS (MWCNT's OX) Y ANÁLISIS COMPARATIVO CON RESPECTO A MWCNT's PRÍSTINOS*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2020.

Codina, Lluís. 2020. *CÓMO HACER REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS TRADICIONALES O SISTEMÁTICAS*. 2020. págs. 139-153. eISSN 2444-7986.

Collins, P. G., Arnold, M. S. y Avouris, P. 2000. Nanotubes for Electronics. 2000, Vol. 283, págs. 62-69.

Domingo, Concepción y Santoro , Gonzalo . 2007. Espectroscopía Raman de nanotubos de carbono. 2007, Vol. 4, 2, págs. 175-186.

E.060 CONCRETO ARMADO. 2019. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN. 2019.

Farias de Medeiros, Marcelo Henrique, de Mello Maron da Costa, Marianne do Rocio y Mattana, Alécio Júnior. 2021. Compósitos de cimento Portland com adição de nanotubos de carbono (NTC): Propriedades no estado fresco e resistência à compressão. 2021, Vol. 26, 1, págs. 127 – 144.

Flores Oriundo, Jenifer Paola y Vasquez Salas, Julio Cesar. 2022. *Nanopartículas de grafeno para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú : 2022.

Galán Fiestas, Mary Isabel y Nieto Jaimes, Marco Antonio. 2021. *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*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, s.l., Callao, Perú : 2021.

Galán Fiestas, Mary Isabel y Nieto Jaimes, Marco Antonio. 2020. *Concreto de baja permeabilidad para pilotes prefabricados de muelles construidos en zonas de salpicaduras y mareas utilizando nanotubos de carbono de pared múltiple*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú : 2020.

- Grosser, A. 1973.** *Politik erklären (“Explicar la política”)*. Múnich : Hanser, 1973.
- Herbst, M. H., Macêdo, M. I. F. y Rocco, A. M. 2004.** Tecnología dos nanotubos de carbono: Tendências e perspectivas de uma área multidisciplinar. 27, 2004, Vol. 6, págs. 986-992.
- Hernández S., Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2006.** *Metodología de la Investigación*. 4ta. Iztapalapa : McGraw-Hill editores S.A, 2006. 970-10-5753-8.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2014.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Sexta . s.l. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Hernandez, R., Fernández, C. y Baptista, P. 1996.** *Metodología de la investigación*. s.l. : McGraw-Hill, 1996. pág. 242.
- Hongjie Dai. 2000.** Nanotube Growth and Characterization. 2000.
- IBM SPSS Statistics. 2021.** Prueba T de muestras emparejadas. [En línea] IBM, 28 de 02 de 2021. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/27.0.0?topic=tests-paired-samples-t-test>.
- Lao, W. 2007.** *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto*. Universidad Ricardo Palma. 2007.
- Levin, Richard I y Rubin, David S. 2004.** *ESTADÍSTICA PARA ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA*. Séptima. México : Pearson Education, Inc., 2004. ISBN 0-13-476292-4.
- Lijima , Sumio. 1991.** Helical microtubules of graphitic carbon. 1991, 354, págs. 56–58.
- Marcondes, Carlos Gustavo Nastari. 2012.** *Adição de nanotubos de carbono em concretos de cimento portland – absorção, permeabilidade, penetração de cloretos e propriedades mecánicas*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba : 2012.
- Martínez, Miguel M. 2009.** *LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA (SÍNTESIS CONCEPTUAL)*. s.l. : IIPSI, 2009. ISSN: 1560-909X.
- Méndez A, Carlos Eduardo. 1995.** *Metodología: Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas*. 2da. colombia : D'Vinni Editorial Ltda, 1995. 958-600-446-5.
- Método de Ensayo Estándar para el Análisis Granulométrico ASTM Designación: D 422 - 63. Materials, American Society for Testing and. 2007.* 2007.
- Mildred, Dresselhaus, S. y Morinobu Endo, Endo. 2000.** Relation of Carbon Nanotubes to Other Carbon Materials. 2000.
- Mildred, S Dresselhaus y Morinobu, Endo. 2000.** Relation of Carbon Nanotubes to Other Carbon Materials. 2000, Vol. 1, 1, págs. 11- 27.

- Morán Delgado, Gabriela y Alvarado Cervantes, Darío Gerardo. 2010.** *Métodos de Investigación*. [ed.] Pearson Custom Publishing. México : s.n., 2010. ISBN: 978-607-442-219-1.
- MTC. 2016.** *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Mayo. Lima : s.n., 2016.
- Mudasir, P. y Naqash, J. A. 2020.** Refinement of Concrete Characteristic Properties with Multi Walled Carbon Nano Tubes. 2020, Vol. 11(3), págs. 510–515.
- Navarro Jiménez, Ellerly Alejandro y Forero Romero, Horacio. 2017.** *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá : 2017.
- Nikolaev, Pavel, y otros. 1997.** Diameter doubling of single-wall nanotubes. *Chemical Physics Letters*. 1997, Vol. 226, 5-6-, 7, págs. 422-426.
- Niño Rojas, Victor Miguel. 2011.** *Metodología de la Investigación*. Bogotá : ediciones de la U, 2011. ISBN: 978-958-8675-94-7.
- NTP 334.001. 2022.** *CEMENTOS. Terminología relacionada al cemento hidráulico y otros cementos inorgánicos*. 5. 2022.
- NTP 339.033. 2021.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, CONCRETO. Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Práctica*. 5. s.l. : INACAL, 2021.
- NTP 339.034. 2021.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo*. 5. s.l. : INACAL, 2021.
- NTP 339.035. 2022.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo*. 5. s.l. : INACAL, 2022.
- NTP 339.078. 2022.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo*. 4. s.l. : INACAL, 2022.
- NTP 339.088. 2021.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Especificaciones. 4a Edición*. 4. s.l. : INACAL, 2021.
- NTP 400.011. 2020.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos*. s.l. : INACAL, 2020. Vol. 3.
- NTP 400.037. 2021.** *NORMA TÉCNICA PERUANA, AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición*. s.l. : INACAL, 2021. Vol. 5.
- Núñez Flores, María Isabel. 2007.** LAS VARIABLES: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN EN LA HIPÓTESIS. *Investigación Educativa*. 2007, Vol. 11, 20, págs. 163- 179.

- Ñaupas , H, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación, Cuantitativa, Cualitativa y redacción de Tesis.* Bogotá : ediciones de la U, 2014.
- Peigney, A., y otros. 2001.** Specific surface area of carbon nanotubes and bundles of carbon nanotubes. 2001, Vol. 39, 4, págs. 507-514.
- Rivva López, Enrique. 2013.** *Diseño de Mezclas.* Segunda. Lima : s.n., 2013.
- . **2000.** *Naturaleza y Materiales del Concreto.* 2000.
- Sabino, Carlos. 1992.** *EL PROCESO DE INVESTIGACION.* Caracas : Panapo, 1992.
- Sanchez. abusos, t-student: usos y. 2015.** 1, mexico : Rev. Mex. Cardiol, 2015, Vol. 26, págs. 59-61. ISSN 0188-2198.
- Terrones, M. 2004.** Carbon Nanotubes: Synthesis and Properties, Electronic Devices and Other Emerging Applications. *International Materials Reviews.* 49, 2004, Vol. 6, 325-377.
- UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. 2019.** *Reglamento general de grados y títulos de pregrado.* huancayo : s.n., 2019. pág. 48. art. 38.
- Valderrama , Santiago. 2017.** *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica.* 2da. s.l. : San Marcos, 2017. 978-612-302-878-7.
- VASQUEZ CABRERA, Alexander Mauricio. 2018.** *Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante.* Universidad San Pedro. Chimbote : s.n., 2018. pág. 122, Tesis de Pregrado.
- Vijaya Bhaskar, A y Shanmugasundaram, M. 2019.** The Optimum Dosage of the Multiwalled Carbon Nanotubes for Improving the Mechanical Properties of Concrete. 2019, págs. 591-598.
- Zarbin, Aldo J. G. 2007.** Química de nano materiais. 2007, Vol. 30, 6, págs. 1469-1479.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>1. Objetivo General</p> <p>Determinar la influencia de los nanotubos de carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p>	<p>1. Hipótesis Generales</p> <p>Los nanotubos de carbono influyen positivamente en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p>	<p>1. Variable Independiente</p> <p>Nanotubos de Carbono</p>	<p>Dosificación</p>	<p>NTC: 1%</p> <p>NTC: 1.5%</p>	<p>Ficha de Recopilación de Datos</p>	<p>Método de investigación: Científico</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Pre Experimental</p>
<p>2. Objetivo(s) Específico(s)</p> <p>2.1 Determinar cómo influye los Nanotubos de Carbono en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p> <p>2.2 Determinar cómo influye los Nanotubos de Carbono en la resistencia a la compresión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p> <p>2.3 Determinar cómo influye los Nanotubos de Carbono influye en la resistencia a la flexión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p>	<p>2. Hipótesis Específica(s)</p> <p>2.1 los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la trabajabilidad del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p> <p>2.2 Los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la resistencia a la compresión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p> <p>2.3 los nanotubos de Nanotubos de Carbono influyen positivamente en la resistencia a la flexión del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de lima.</p>	<p>2.Variable Dependiente</p> <p>Resistencia de los concretos convencionales</p>	<p>Trabajabilidad</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la Flexión</p>	<p>I1: Slump</p> <p>I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días</p> <p>I1: 28 días</p>		

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

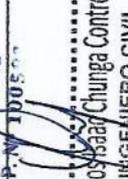
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
V1: Nanotubo de carbono	consisten en una hoja de grafito enrollada en sí misma hasta formar un cilindro, con diámetros exteriores que varían de 0,4 a 5nm. (Nikolaev, y otros, 1997)	Se operacionaliza con la dimensión de dosificación y esta a su vez de desglosa con los indicadores de 1% de nanotubo de carbono y 1.5% de nanotubo de carbono.	D1: dosificación	I1: 1% I2: 1.5%	Ficha de Recolección de Datos	Razón
V2: Resistencia del concreto convencional	máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse (Rivva López, 2013).	Se operacionaliza con las dimensiones de trabajabilidad, resistencia a compresión axial y resistencia a la flexión. Estos a su vez se desglosan con sus indicares.	D1: trabajabilidad	I1: Slump		
			D2: resistencia a la compresión	I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días		
			D3: Resistencia a la flexión	I1: 28 días		

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN VALIDADO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

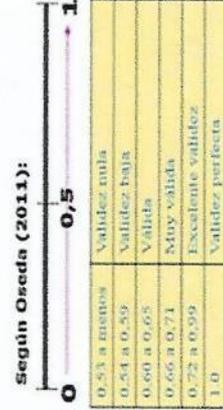
PROYECTO: ESTUDIO DE NANOTUBOS DE CARBONO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN CIUDAD DE LIMA
 AUTOR: JEAN CARLOS OSCAR OSO POMPIPIA

I INFORMACION GENERAL:	
UBICACION: se ubica en la Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1, Int. 1	DEPARTAMENTO: LIMA
DISTRITO: ATE	PROVINCIA: LIMA
II NANOTUBOS DE CARBONO	
D1: DOSIFICACION	INDICADOR N° 2: 1.5 %
INDICADOR N° 1: 1 %	UNIDAD: %
III RESISTENCIA DE LOS CONCRETOS CONVENCIONALES	
D2: TRABAJABILIDAD	UNIDAD: PULGADAS
INDICADOR N° 1: SLUMP	
D4: RESISTENCIA A LA COMPRESION	UNIDAD: KG/CM2
INDICADOR N° 3: RESISTENCIA 7 DIAS	INDICADOR N° 3: RESISTENCIA 14 DIAS
UNIDAD: KG/CM2	UNIDAD: KG/CM2
D3: RESISTENCIA A LA FLEXION	UNIDAD: Mpa
INDICADOR N° 2: RESISTENCIA 28 DIAS	

EXPERTO A NOMBRES Y APELLIDOS: EDUARDO ABEL ALAYNA SACSA CIP 100583	Firma  EDUARDO ABEL ALAYNA SACSA INGENIERO CIVIL Reg. G.P. N° 11005
EXPERTO B NOMBRES Y APELLIDOS: CARLOS ISAAC CHUNGA CONTRERAS CIP 67804	Firma  CARLOS ISAAC CHUNGA CONTRERAS INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 12504
EXPERTO C NOMBRES Y APELLIDOS: SEBASTIAN JOSHUA OLANO CESPEDES CIP 238749	Firma  SEBASTIAN JOSHUA OLANO CESPEDES Ingeniero Civil CIP N° 238749

EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO
A	B	C
0.71	0.8	0.83
0.79	0.84	0.75
0.82	0.86	0.95
0.85	0.79	0.79
0.7925	0.8225	0.83
	0.815	

Según oseda es excelente validez



ANEXO 4: FICHA TÉCNICA NANOTUBOS DE CARBONO



MSDS

No.: MSDS202101010019 Date: Jan. 02, 2021 Page 1 of 7

Material Safety Data Sheet

Section 1 – Chemical Product and Company Identification

Trade Name: Carbon powder

Article number: N/A

Manufacture/Supplier:

GUANGZHOU RUNSHOU BUILDING
MATERIALS CO. LTD

101 Hengfeng Building Yongping Street Baiyun Dist, Guangzhou City, Guangdong Province, China

Fax No: N/A Tel No: 86-137-1331-4853

Further information obtainable from:
Dongguan Langxian Trading Co., Ltd

Information in case of emergency:

101 Hengfeng Building Yongping Street Baiyun Dist, Guangzhou City, Guangdong Province,
China

Fax No: N/A Tel No: 86-137-1331-4853

E-mail: 2850163925@qq.com

Section 2 – Composition/Data on component

Chemical characterization

Chemical Name	CAS No.	EC No.	Weight (%)
Coconut shell carbon	64365-11-3	264-846-4	≥72
Water	7732-18-5	N/A	≤8
Peppermint oil	8006-90-4	616-900-7	15
Mint essence	8006-90-4	616-900-7	1
Maltodextrin	9050-36-6	232-940-4	4

Guangzhou Comontest Technology Co., Ltd

Tel: (86-20) 32032818

Fax: (86-20) 32209639

<http://www.com-test.com>

702C, Building B, No 9 of Caipin Road, Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, Guangdong, P.R.C.

规格: 10g 30g

分子式: C 分子量: 12.01

CAS: 308068-56-6 晶系: 六方晶系

贮存措施:

开封后请常温容器密闭保存,

警告:

远离火种, 热源与氧化剂, 酸碱类等分储分运。

灭火:

雾状水、泡沫、二氧化碳、砂土

误食: 饮用温水, 催吐。

本企业通过ISO9001:2008国际质量体系

深圳市穗衡科技有限公司

多壁碳纳米管

— MWCNT —

应用领域/用途: 复合材料增强、储能新型显示; 催化剂、传感器、储氢材料、半导体材料、生物医学工程、海水净化可改善材料等导电, 导热、防腐、光/热稳定性、强度、耐磨等性能。



技术参数

测试项目/单位	合格标准
管径/nm: _____	3-15
管长/um: _____	15-30
纯度/%: _____	> 98%
灰度: _____	< 2.5%
堆积密度g/cm ³ : _____	0.060-0.09
比表面积m ² /g: _____	250-270
铁/mg/kg _____	< 4000
铝/mg/kg _____	< 3500
钼/mg/kg _____	800

ANEXO 5: PROTOCOLOS DE LABORATORIO



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_1A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima Páginas : 1 de 2
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito - Agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-19

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA				ASTM C 33/C33M-18			
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.70 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.53 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
# 4	4.75 mm	33.0	3.4	3.4	96.6	95	100
# 8	2.36 mm	103.6	10.6	14.0	86.0	80	100
# 16	1.18 mm	193.4	19.8	33.9	66.1	50	85
# 30	0.59 mm	225.7	23.1	57.0	43.0	25	60
# 50	0.30 mm	278.5	28.6	85.6	14.4	5	30
# 100	0.15 mm	99.7	10.2	95.8	4.2	0	10
Fondo		41.1	4.2	100.0	0.0	0	0

Módulo de fineza: 2.90

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



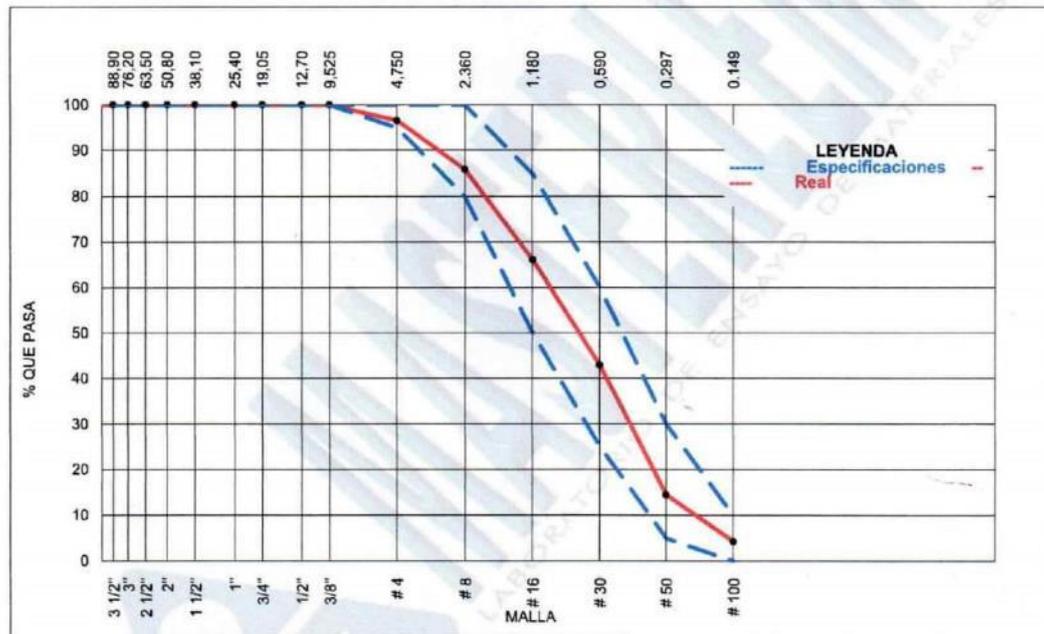
Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_1A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Páginas : 2 de 2
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito - Agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-19



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_3A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO ASTM C29/ C29-17a

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito Presentación : Saco de polipropileno
 Descripción : Agregado fino Cantidad : 180 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO:

Volumen del molde - A.F. : 0,00283 m³ Peso específico seco A.F. : 2623 Kg/cm³
 Peso del molde - A.F. : 1.640 kg

AGREGADO FINO							
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA			
	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)	
1	6.11	4.47	1581	6.53	4.89	1728	
2	6.11	4.47	1579	6.54	4.90	1730	
Promedio			1580	Promedio			1729
PESO UNITARIO SUELTO kg/m ³			1580	PESO UNITARIO COMPACTADO kg/m ³			1729
VACÍOS %			39.6	VACÍOS %			33.9

Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB 012-2022
 Certificado de calibración de homo N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_6A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566-19

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito Presentación : Saco de polipropileno
 Descripción : Agregado fino Cantidad : 180 kg aprox.

Descripción	Unidades	Datos
Peso del suelo húmedo	g	1913.2
Peso del suelo seco	g	1882.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.61

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB 012-2022
 Certificado de calibración de horno N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_BA
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del
 concreto convencional en elementos estructurales de
 edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Cantera San Pedrito

INFORME GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO FINO ASTM C128 - 15

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera San Pedrito Presentación : Saco de polipropileno
 Descripción : Agregado fino Cantidad : 180 kg aprox.

N°	Reporte	Unidades	Resultados
1	Peso específico de la masa	g/cc	2.621
2	Peso específico saturado superficie seca S.S.S.	g/cc	2.670
3	Peso específico aparente	g/cc	2.754
4	Porcentaje de absorción	%	1.83

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB 012-2022

Certificado de calibración de horno N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_2A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del
 concreto convencional en elementos estructurales de
 edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima Páginas : 1 de 2
 Identificación muestra : Cantera La Gloria - Agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-19

AGREGADO GRUESO HUSO # 56			ASTM C 33/C33M-18				
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "Lim Sup"	ASTM "Lim Inf"
4"	101.60 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3"	76.20 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
2"	50.80 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.40 mm	387.8	3.2	3.2	96.8	90	100
3/4"	19.05 mm	3338.9	27.7	30.9	69.1	40	85
1/2"	12.70 mm	4311.1	35.7	66.6	33.4	10	40
3/8"	9.53 mm	2510.5	20.8	87.4	12.6	0	15
# 4	4.75 mm	1392.0	11.5	98.9	1.1	0	5
# 8	2.36 mm	65.7	0.5	99.4	0.6	0	0
# 16	1.18 mm	34.2	0.3	99.7	0.3	0	0
# 30	0.59 mm	16.4	0.1	99.9	0.1	0	0
# 50	0.30 mm	10.1	0.1	99.9	0.1	0	0
# 100	0.15 mm	5.0	0.0	100.0	0.0	0	0
Fondo		2.0	0.0	100.0	0.0	0	0

Módulo de fineza	7.16
------------------	------

Tamaño máximo	1 1/2"	Pulgada
Tamaño máximo nominal	1"	Pulgada

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



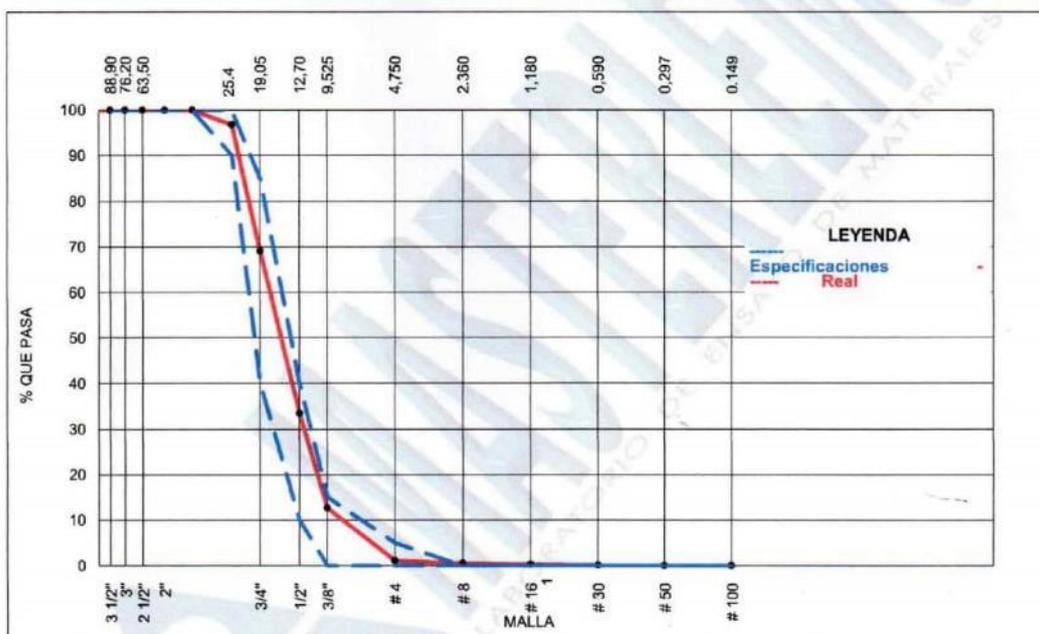
Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante	: Jean Carlos Oscar Osco Pompilla	Expediente N°	: 248_22_2A
Nombre del proyecto	: "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima".	Fecha de ensayo	: 14/11/2022
		Fecha de emisión	: 25/11/2022
		Página	: 2 de 2
Ubicación del laboratorio	: Huachipa, Lima		
Identificación muestra	: Cantera La Gloria - Agregado grueso		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136/C136M-19



Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_4A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Cantera La Gloria

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO DEL AGREGADO ASTM C29/ C29-17a

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria Presentación : Saco de polipropileno
 Descripción : Agregado grueso Cantidad : 180 kg aprox.

REFERENCIAS DEL ENSAYO:

Volumen del molde - A.G. : 0.00703 m³ Peso específico seco A.G. : 2690 Kg/cm³
 Peso del molde - A.G. : 2.42 kg

AGREGADO GRUESO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)	Peso muestra + molde (kg)	Peso de la muestra (kg)	Peso Unitario (kg/cm ³)
1	12.91	10.49	1492	14.21	11.79	1677
2	12.90	10.48	1491	14.21	11.79	1677
Promedio			1491	Promedio		1677
PESO UNITARIO SUELTO kg/m ³			1491	PESO UNITARIO COMPACTADO kg/m ³		1677
VACÍOS %			44.4	VACÍOS %		37.5

Certificados de calibración de equipos

Certificados de calibración de balanza N° CCB 012-2022
 Certificado de calibración de horno N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.





 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_5A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del
 concreto convencional en elementos estructurales de edificación
 ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Cantera La Gloria

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566-19

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria Presentación : saco de polipropileno
 Descripción : Agregado grueso Cantidad : 180 kg aprox.

Descripción	Unidades	Datos
Peso del suelo húmedo	g	2365.0
Peso del suelo seco	g	2344.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.89

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N° CCB 012-2022
 Certificado de calibración de horno N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_7A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del
 concreto convencional en elementos estructurales de edificación
 ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Fecha de emisión : 25/11/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Cantera La Gloria

INFORME GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127 - 15

REFERENCIAS DE LA MUESTRA:

Identificación : Cantera La Gloria Presentación : Saco de polipropileno
 Descripción : Agregado grueso Cantidad : 180 kg aprox.

N°	Resultados	Unidades	Resultados
2	Peso específico de masa	g/cc	2.690
1	Peso específico Sat. Sup. Seca	g/cc	2.712
3	Peso específico aparente	g/cc	2.750
4	Absorción de agua	%	0.8

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de balanza N°CCB-012-2022
 Certificado de calibración de horno N° CMI-002-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



[Handwritten Signature]
 FRANCISCO RAMIREZ JAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_9A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 16/11/2022
 Fecha de emisión : 26/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : Diseño 210 kg/cm2 Patrón

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Cemento tipo I Slump 3 a 4 pulgadas

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
 Procedencia del agua : Potable Lima
 Procedencia del agregado grueso : La Gloria
 Procedencia del agregado fino : San Pedro

Asentamiento pulgadas : 4
 Factor cemento bolsa/m³ : 8.9
 Relacion a/c seco : 0.571
 Relacion a/c obra : 0.574

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	380	380
Agua	l/m ³	217	218
Agregado grueso	kg/m ³	906	914
Agregado fino	kg/m ³	814	828
Peso total	kg/m ³	2317	2339

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente °C : 20.5
 Temperatura mezcla °C : 22.8
 Humedad relativa % : 68
 Peso unitario concreto kg/m³ : 2333
 Rendimiento m³ : 1.00
 Contenido de aire % : 1.6
 Fecha de vaciado d/m/a : 16/11/2022

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.18 : 2.40 : 24 Litros/bolsa

Proporciones en volumen corregido (pie³/bolsa) : 1 : 2.04 : 2.40 : 24 Litros/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Contenido de humedad agregado fino = 1.61% y absorción = 1.83%

Contenido de humedad agregado grueso = 0.89% y absorción = 0.80%

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.



Raf
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_10A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 16/11/2022
 Fecha de emisión : 26/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú.
 Identificación muestra : 1% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm2

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla = 1% de Nanotubos de carbono f'c 210 kg/cm² Cemento tipo I

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
 Procedencia del agua : Potable Lima
 Procedencia del agregado grueso : La Gloria
 Procedencia del agregado fino : San Pedrito
 Procedencia del nanotubos : Henan - China

Asentamiento pulgadas : 2 1/2
 Factor cemento bolsa/m³ : 8.9
 Relacion a/c seco : 0.571
 Relacion a/c obra : 0.574

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	380	380
Agua	l/m ³	217	218
Agregado grueso	kg/m ³	905	913
Agregado fino	kg/m ³	814	827
Nanotubos	kg/m ³	3.8	3.8
Peso total	kg/m ³	2319	2341

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente °C : 20.6
 Temperatura mezcla °C : 22.7
 Humedad relativa % : 68
 Peso unitario concreto kg/m³ : 2338
 Rendimiento m³ : 1.00
 Contenido de aire % : 1.3
 Fecha de vaciado d/m/a : 16/11/2022

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.18 : 2.40 : 24 Litros/bolsa Nanotubos 0.43 kg/bolsa
 Proporciones en volumen corregido (pie³/bolsa) : 1 : 2.03 : 2.40 : 24 Litros/bolsa Nanotubos 0.43 kg/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Contenido de humedad agregado fino = 1.61% y absorción = 1.83%

Contenido de humedad agregado grueso = 0.89% y absorción = 0.80%

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.



Jay
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_11A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 16/11/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa-Lima-Perú. Fecha de emisión : 26/11/2022
 Identificación muestra : 1.5% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm2

DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de mezcla = 1.5% de Nanotubos de carbono f'c 210 kg/cm² Cemento tipo I

Procedencia del cemento : Sol Tipo I
 Procedencia del agua : Potable Lima
 Procedencia del agregado grueso : La Gloria
 Procedencia del agregado fino : San Pedrito
 Procedencia del nanotubos : Henan - China

Asentamiento pulgadas : 3/4
 Factor cemento bolsa/m³ : 8.9
 Relacion a/c seco : 0.571
 Relacion a/c obra : 0.574

Proporciones de materiales por m ³		Diseño seco	Diseño húmedo
Cemento	kg/m ³	380	380
Agua	l/m ³	217	218
Agregado grueso	kg/m ³	904	912
Agregado fino	kg/m ³	813	827
Nanotubos	kg/m ³	5.7	5.7
Peso total	kg/m ³	2321	2343

Ensayos en concreto fresco

Temperatura ambiente °C : 20.6
 Temperatura mezcla °C : 23.1
 Humedad relativa % : 68
 Peso unitario concreto kg/m³ : 2343
 Rendimiento m³ : 1.00
 Contenido de aire % : 1.1
 Fecha de vaciado d/m/a : 16/11/2022

Proporciones en peso corregido (kg/bolsa) : 1 : 2.18 : 2.40 : 24 Litros/bolsa Nanotubos 0.64 kg/bolsa
 Proporciones en volumen corregido (pie³/bolsa) : 1 : 2.03 : 2.40 : 24 Litros/bolsa Nanotubos 0.64 kg/bolsa

Nota: En obra corregir por humedad.

Contenido de humedad agregado fino = 1.61% y absorción = 1.83%

Contenido de humedad agregado grueso = 0.89% y absorción = 0.80%

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

La muestra fue proporcionada por el cliente.



Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_15
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 16/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima.
 Identificación muestra : Diseño de mezcla de concreto

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO ASTM C143/C143M-15a					
N°	Identificación de los diseños de mezcla	Unidad	M-1	M-2	M-3
1	Diseño mezcla patrón f'c 210 kg/cm ²	Pulg.	4	4 1/4	4 1/4
2	1% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	Pulg.	2 1/2	2 1/2	2 1/2
3	1.5% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	Pulg.	3/4	1/2	1/2

ENSAYO DE TEMPERATURA MEZCLA FRESCA DE CONCRETO ASTM C1064/C1064M-17					
N°	Identificación de los diseños de mezcla	Unidad	M-1	M-2	M-3
1	Diseño mezcla patrón f'c 210 kg/cm ²	°C	22.8	21.9	21.6
2	1% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	°C	22.7	22.8	22.7
3	1.5% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	°C	23.1	23.4	23.2

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO ASTM C138/C138M-17a					
N°	Identificación de los diseños de mezcla	Unidad	M-1	M-2	M-3
1	Diseño mezcla patrón f'c 210 kg/cm ²	kg/m ³	2333	2330	2325
2	1% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	kg/m ³	2338	2338	2336
3	1.5% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	kg/m ³	2343	2348	2345

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE CONCRETO FRESCO ASTM C231/C231M-17a					
N°	Identificación de los diseños de mezcla	Unidad	M-1	M-2	M-3
1	Diseño mezcla patrón f'c 210 kg/cm ²	%	1.6	1.7	1.6
2	1% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	%	1.3	1.2	1.3
3	1.5% de Nanotubos de carbono diseño f'c 210 kg/cm ²	%	1.1	1.0	0.9

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Raj
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_12A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 30/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño f'c= 210 kg/cm2 patrón

Página 2 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Diseño patrón M-6	16/11/22	30/11/22	14	99	201	7698	206	26.7	273	2
Diseño patrón M-7	16/11/22	30/11/22	14	98	202	7543	206	27.3	278	2
Diseño patrón M-8	16/11/22	30/11/22	14	100	202	7854	212	27.0	275	2
Diseño patrón M-9	16/11/22	30/11/22	14	100	201	7854	210	26.7	272	2
Diseño patrón M-10	16/11/22	30/11/22	14	100	202	7854	211	26.8	273	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

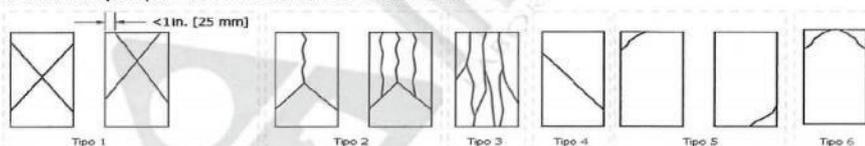
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_12A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 23/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima

Página 1 de 3

Identificación muestra : Diseño $f'c=210$ kg/cm² patrón

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Diseño patrón M-1	16/11/22	23/11/22	7	99	201	7698	184	24.0	244	2
Diseño patrón M-2	16/11/22	23/11/22	7	102	202	8171	202	24.7	252	2
Diseño patrón M-3	16/11/22	23/11/22	7	102	202	8171	204	24.9	254	2
Diseño patrón M-4	16/11/22	23/11/22	7	102	202	8171	178	21.8	222	2
Diseño patrón M-5	16/11/22	23/11/22	7	102	201	8171	194	23.8	242	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

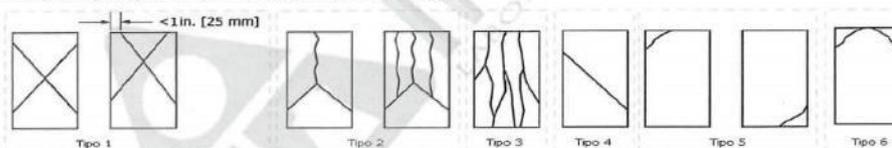
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Jorge Francisco Ramirez Japaja
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_12A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño f'c= 210 kg/cm2 patrón

Página 3 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Diseño patrón M-11	16/11/22	14/12/22	28	101	202	8012	256	31.9	326	3
Diseño patrón M-12	16/11/22	14/12/22	28	99	201	7698	250	32.5	331	3
Diseño patrón M-13	16/11/22	14/12/22	28	99	202	7698	253	32.9	336	2
Diseño patrón M-14	16/11/22	14/12/22	28	100	201	7854	246	31.3	319	2
Diseño patrón M-15	16/11/22	14/12/22	28	101	202	8012	269	33.5	342	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

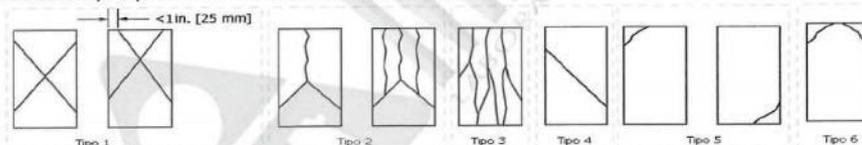
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Ray
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima".
 Expediente N° : 248_22_13
 Fecha de ensayo : 23/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ nanotubo 1%

Página 1 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm^2	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm^2	Tipo de falla
Nanotubos 1% M-1	16/11/22	23/11/22	7	98	200	7543	206	27.3	279	2
Nanotubos 1% M-2	16/11/22	23/11/22	7	99	202	7698	205	26.6	272	3
Nanotubos 1% M-3	16/11/22	23/11/22	7	102	203	8171	204	25.0	254	3
Nanotubos 1% M-4	16/11/22	23/11/22	7	102	202	8171	216	26.4	269	2
Nanotubos 1% M-5	16/11/22	23/11/22	7	99	202	7698	205	26.7	272	3

Nota:

Factor de conversión: $1 \text{ Mpa} = 10.1972 \text{ kg/cm}^2$

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
 Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

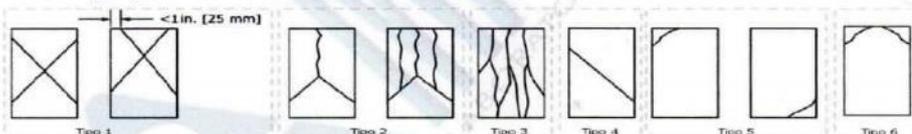
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Raf
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_13
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 30/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ nanotubo 1%

Página 2 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm^2	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm^2	Tipo de falla
Nanotubos 1% M-6	16/11/22	30/11/22	14	101	200	8012	245	27.3	312	2
Nanotubos 1% M-7	16/11/22	30/11/22	14	99	202	7698	241	26.6	319	2
Nanotubos 1% M-8	16/11/22	30/11/22	14	101	200	8012	236	25.0	300	2
Nanotubos 1% M-9	16/11/22	30/11/22	14	98	202	7543	225	26.4	305	2
Nanotubos 1% M-10	16/11/22	30/11/22	14	100	200	7854	226	26.7	293	2

Nota:

Factor de conversión: $1 \text{ Mpa} = 10.1972 \text{ kg/cm}^2$

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

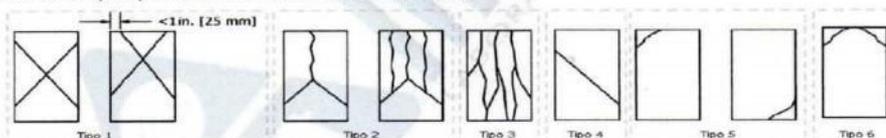
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Jay
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_13
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ nanotubo 1%
 Página 3 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm^2	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm^2	Tipo de falla
Nanotubos 1% M-11	16/11/22	14/12/22	28	99	200	7698	261	33.9	346	3
Nanotubos 1% M-12	16/11/22	14/12/22	28	99	200	7698	260	33.7	344	3
Nanotubos 1% M-13	16/11/22	14/12/22	28	98	200	7543	266	35.3	360	2
Nanotubos 1% M-14	16/11/22	14/12/22	28	102	200	8171	283	34.6	353	2
Nanotubos 1% M-15	16/11/22	14/12/22	28	98	200	7543	266	35.3	360	2

Nota:

Factor de conversión: $1 \text{ Mpa} = 10.1972 \text{ kg/cm}^2$

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

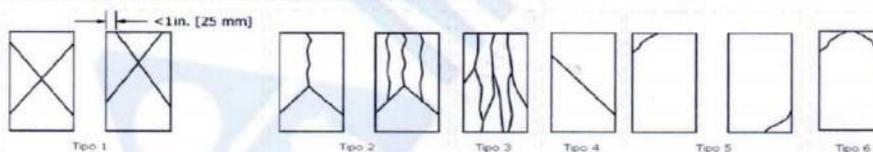
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_14A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 23/11/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210$ kg/cm² nanotubo 1.5%
 Página 1 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Nanotubos 1.5% M-1	16/11/22	23/11/22	7	99	202	7698	194	25.2	257	2
Nanotubos 1.5% M-2	16/11/22	23/11/22	7	99	201	7698	194	25.2	257	2
Nanotubos 1.5% M-3	16/11/22	23/11/22	7	101	204	8012	202	25.2	257	2
Nanotubos 1.5% M-4	16/11/22	23/11/22	7	99	203	7698	199	25.9	264	2
Nanotubos 1.5% M-5	16/11/22	23/11/22	7	99	203	7698	193	25.1	255	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

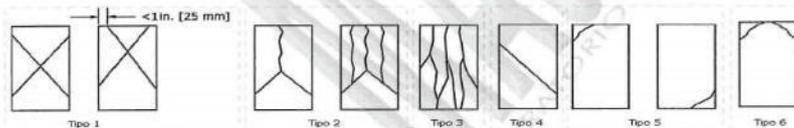
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comunmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Rauf
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima".

Expediente N° : 248_22_14A
 Fecha de ensayo : 30/11/2022
 Fecha de emisión : 16/11/2022

Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210$ kg/cm² nanotubo 1.5%

Página 2 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Nanotubo 1.5% M-6	16/11/22	30/11/22	14	101	201	8012	221	27.6	281	2
Nanotubo 1.5% M-7	16/11/22	30/11/22	14	100	201	7854	221	28.1	287	2
Nanotubo 1.5% M-8	16/11/22	30/11/22	14	99	200	7698	211	27.4	280	2
Nanotubo 1.5% M-9	16/11/22	30/11/22	14	102	201	8171	216	26.4	270	2
Nanotubo 1.5% M-10	16/11/22	30/11/22	14	99	202	7698	215	28.0	285	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

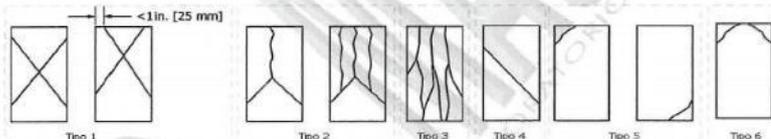
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las base.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Ramirez
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima".
 Expediente N° : 248_22_14A
 Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Fecha de emisión : 16/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima
 Identificación muestra : Diseño f'c = 210 kg/cm² nanotubo 1.5%
 Página 3 de 3

INFORME RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/C39M-21

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Area mm ²	Carga máxima kN	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Tipo de falla
Nanotubo 1.5% M-11	16/11/22	14/12/22	28	101	202	8012	265	33.1	337	3
Nanotubo 1.5% M-12	16/11/22	14/12/22	28	100	201	7854	270	34.3	350	2
Nanotubo 1.5% M-13	16/11/22	14/12/22	28	99	202	7698	254	33.0	336	3
Nanotubo 1.5% M-14	16/11/22	14/12/22	28	101	201	8012	271	33.8	345	2
Nanotubo 1.5% M-15	16/11/22	14/12/22	28	100	202	7854	265	33.7	344	2

Nota:

Factor de conversión: 1 Mpa = 10.1972 kg/cm²

Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

Las muestras no presentaron ningún defecto.

Tipo de fallas:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

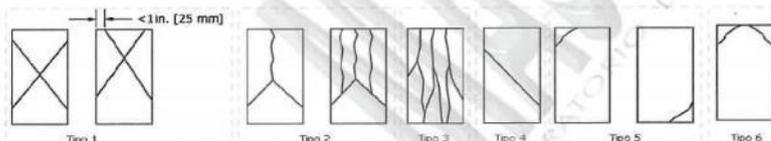
Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior), ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración pie de rey N° CPR- 003-2021

Certificado de calibración N° Prensa CMC-019-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Ram
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAIA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_16A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima. Fecha de emisión : 16/12/2022
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ patrón Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Módulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Diseño patron M-1	16/11/2022	14/12/2022	28	152	154	451	38.2	4.8	Tercio central
Diseño patron M-2	16/11/2022	14/12/2022	28	152	154	450	37.3	4.7	Tercio central
Diseño patron M-3	16/11/2022	14/12/2022	28	153	154	451	37.8	4.7	Tercio central

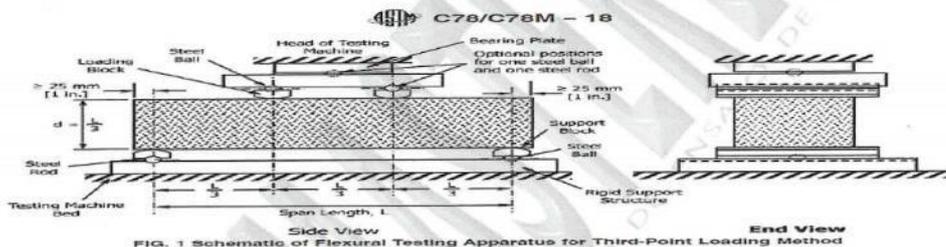


FIG. 1 Schematic of Flexural Testing Apparatus for Third-Point Loading Method

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°AD-1483-2022

Certificado de calibración Máquina para ensayo de flexión CMC -025-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Raf
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_16A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima. Fecha de emisión : 16/12/2022
 Identificación muestra : Diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ nanotubo 1%
 Página 2 de 3

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Módulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Nanotubos 1.0% M-1	16/11/2022	14/12/2022	28	154	153	450	40	5.0	Tercio central
Nanotubos 1.0% M-2	16/11/2022	14/12/2022	28	154	153	451	41	5.1	Tercio central
Nanotubos 1.0% M-3	16/11/2022	14/12/2022	28	154	152	450	40	4.9	Tercio central

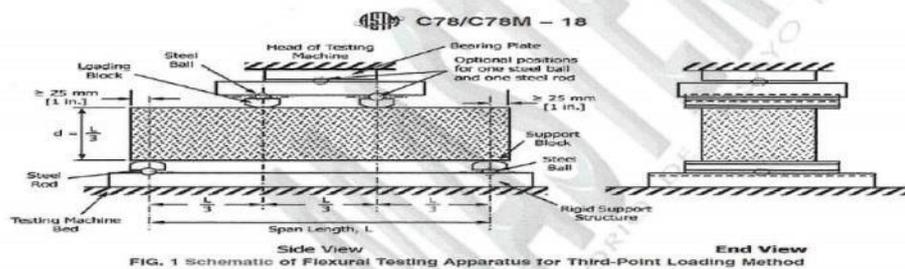


FIG. 1 Schematic of Flexural Testing Apparatus for Third-Point Loading Method

Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°AD-1483-2022

Certificado de calibración Máquina para ensayo de flexión CMC -025-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Ram
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286

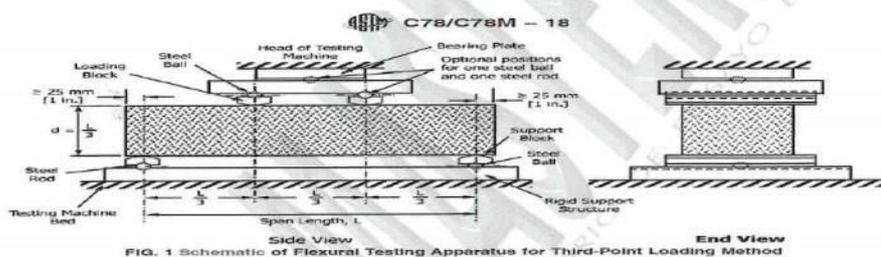


RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima – Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

Solicitante : Jean Carlos Oscar Osco Pompilla Expediente N° : 248_22_16A
 Nombre del proyecto : "Estudio de Nanotubos de Carbono en la resistencia del concreto convencional en elementos estructurales de edificación ciudad de Lima". Fecha de ensayo : 14/12/2022
 Ubicación del laboratorio : Huachipa, Lima. Fecha de emisión : 16/12/2022
 Identificación muestra : Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ nanotubo 1.5% Página 3 de 3

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION ASTM C78-18

Identificación	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura promedio (mm)	Ancho promedio (mm)	Luz libre promedio (mm)	Carga máxima kn	Módulo de Rotura MPa	Ubicación de falla
Nanotubos 1.5% M-1	16/11/2022	14/12/2022	28	151	151	450	36	4.7	Tercio central
Nanotubos 1.5% M-2	16/11/2022	14/12/2022	28	153	152	451	37	4.7	Tercio central
Nanotubos 1.5% M-3	16/11/2022	14/12/2022	28	154	154	451	38	4.6	Tercio central



Certificados de calibración de equipos

Certificado de calibración de pie de rey N°AD-1483-2022

Certificado de calibración Máquina para ensayo de flexión CMC -025-2022

Observaciones

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



Roy
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de CIP N° 84286

ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-012-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
 Atención : MASTERLEM SAC
 Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
 Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático
 Marca : AND Clase : II
 Número de serie : 15004250 Tipo : Digital.
 Código de identificación : No Indica. Procedencia : Japón
 Capacidad máxima : 21000 g Modelo : GF-20K
 División de escala (d) : 0,1 g
 División de verificación (e) : 1 g
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0 °C / 61%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1 °C / 60%
 Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021.
 Número de páginas : 3
 Fecha de calibración : 2022-03-21
 Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-03-24	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-012-2022

Página 1 de 3



RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	26.0	26.0		61	61

Medición N°	Carga L1 = 10000 g			Carga L2 = 21000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
2	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
3	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
4	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
5	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
6	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
7	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
8	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
9	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10
10	10000.0	0.05	0.00	20999.9	0.05	-0.10

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5		4			26.0	26.1		61	60

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02
2	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02
3	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.1	0.05	0.10	0.08
4	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.1	0.05	0.10	0.08
5	10.0	10.0	0.03	0.02	7000	7000.0	0.05	0.00	-0.02

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$





ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	26.1	26.1

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10.0	0.03	0.02	(*)					
100	100.0	0.05	0.00	-0.02	100.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
500	500.0	0.05	0.00	-0.02	500.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
1000	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
5000	5000.0	0.05	0.00	-0.02	5000.0	0.05	0.00	-0.02	1.0
8000	8000.0	0.05	0.00	-0.02	8000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
10000	10000.0	0.05	0.00	-0.02	10000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
12000	12000.0	0.05	0.00	-0.02	12000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
15000	15000.0	0.05	0.00	-0.02	15000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
20000	20000.0	0.05	0.00	-0.02	20000.0	0.05	0.00	-0.02	2.0
21000	20999.9	0.05	-0.10	-0.12	20999.9	0.05	-0.10	-0.12	3.0

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,018g + (0,000021)I$
------------------------------	----------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

Incertidumbre

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

Notas

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





RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final
	26.0	26.0

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Medición N°	Carga L1 = 4000,0 g			Carga L2 = 8100,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
2	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
3	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
4	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
5	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
6	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
7	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
8	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
9	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18
10	4000.0	0.05	0.00	8100.2	0.07	0.18

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	26.0	26.1		60	60

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
2	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
3	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
4	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.0	0.05	0.00	-0.02
5	1.0	1.0	0.03	0.02	2500.0	2500.1	0.05	0.10	0.08

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$





ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	26.1	26.1

H. R. (%)	Inicial	Final
	60	60

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.0	1.0	0.03	0.02	(*)					
50.0	50.0	0.04	0.01	-0.01	50.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
100.0	100.0	0.04	0.01	-0.01	100.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
200.0	200.0	0.04	0.01	-0.01	200.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
500.0	500.0	0.04	0.01	-0.01	500.0	0.04	0.01	-0.01	0.1
1000.0	1000.0	0.05	0.00	-0.02	1000.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
1500.0	1500.0	0.05	0.00	-0.02	1500.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
2000.0	2000.0	0.05	0.00	-0.02	2000.0	0.05	0.00	-0.02	0.2
3000.0	3000.0	0.05	0.00	-0.02	3000.0	0.05	0.00	-0.02	0.3
5000.0	5000.0	0.06	-0.01	-0.03	5000.1	0.06	0.09	0.07	0.3
8100.0	8100.2	0.07	0.18	0.16	8100.2	0.07	0.18	0.16	0.3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,00016g + (0,000023)I$
------------------------------	------------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

Incertidumbre

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

Notas

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





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-037-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
 Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"
 Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire
 División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
 Modelo : 34-3265
 Nº de serie : No Indica.
 Código : EMA-04
 Procedencia : USA
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.7°C / 66%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18.7°C / 67%
 Método de calibración : Norma ASTM C-231
 Patrón de referencia : Patrones utilizados. Dos canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-09-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-09-23	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>

CCMA-037-2022

Página 1 de 2



Resultados de medición

Con 01 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5,0	5,0	5,0	0,0	0,1
2	5,0				
3	5,0				

Con 02 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10,0	10,0	10,0	0,0	0,1
2	10,0				
3	10,0				

Incertidumbre

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

Notas

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

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

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-002-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : W. S. TYLER
Número de serie : 9753281
Código de identificación : No Indica.
Abertura de Tamiz : 150 µm (Nº 100)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL Nº PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0°C / 64%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.0°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-21

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

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL</small> Página 1 de 2

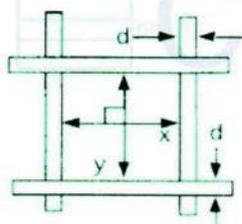
CCT-002-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

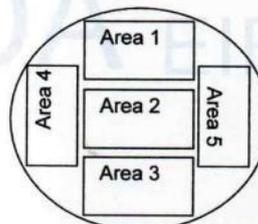
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	153	2	152	2	142	158	192
2	152	2	151	2	142	158	192
3	153	2	151	2	142	158	192
4	152	2	152	2	142	158	192
5	155	2	156	2	142	158	192

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 150 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	99	2	94	2	85	115
2	98	2	94	2	85	115
3	97	2	92	2	85	115
4	98	2	93	2	85	115
5	97	2	87	2	85	115



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-008-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Número de serie : 07279191
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 9,500 mm (3/8")
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.7°C / 63%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.7°C / 63%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir de la Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-008-2022

Página 1 de 2

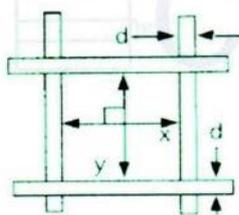


RESULTADOS DE MEDICIÓN

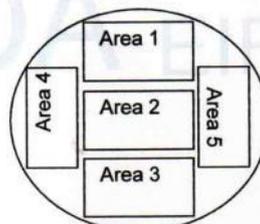
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	9.502	0.002	9.555	0.002	9.200	9.800	10.160
2	9.499	0.002	9.556	0.002	9.200	9.800	10.160
3	9.523	0.002	9.573	0.002	9.200	9.800	10.160
4	9.503	0.002	9.521	0.002	9.200	9.800	10.160
5	9.505	0.002	9.502	0.002	9.200	9.800	10.160

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 9,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	2.346	0.002	2.318	0.002	1.904	2.576
2	2.340	0.002	2.323	0.002	1.904	2.576
3	2.347	0.002	2.326	0.002	1.904	2.576
4	2.336	0.002	2.323	0.002	1.904	2.576
5	2.341	0.002	2.321	0.002	1.904	2.576



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.

CCT-008-2022



Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-009-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : DUAL MANUFACTURING CO.
Número de serie : E55903
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 12,500 mm (1/2")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.7°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.8°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-009-2022

Página 1 de 2

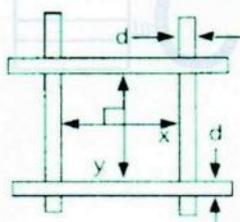


RESULTADOS DE MEDICIÓN

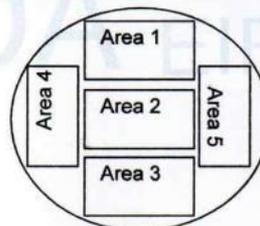
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	12.444	0.002	12.430	0.002	12.110	12.890	13.310
2	12.448	0.002	12.442	0.002	12.110	12.890	13.310
3	12.444	0.002	12.452	0.002	12.110	12.890	13.310
4	12.441	0.002	12.451	0.002	12.110	12.890	13.310
5	12.440	0.002	12.438	0.002	12.110	12.890	13.310

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 12,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	2.688	0.002	2.698	0.002	2.125	2.875
2	2.697	0.002	2.701	0.002	2.125	2.875
3	2.688	0.002	2.680	0.002	2.125	2.875
4	2.705	0.002	2.687	0.002	2.125	2.875
5	2.710	0.002	2.692	0.002	2.125	2.875



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.

CCT-009-2022



Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-010-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 10457556
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 19,000 mm (3/4")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.8°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimír Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>

CCT-010-2022

Página 1 de 2

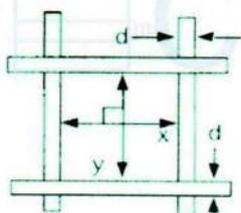


RESULTADOS DE MEDICIÓN

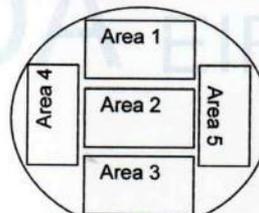
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	18.878	0.002	19.026	0.002	18.400	19.600	20.100
2	19.017	0.002	18.879	0.002	18.400	19.600	20.100
3	19.050	0.002	19.069	0.002	18.400	19.600	20.100
4	18.901	0.002	19.180	0.002	18.400	19.600	20.100
5	19.005	0.002	18.867	0.002	18.400	19.600	20.100

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 19,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	3.443	0.002	3.453	0.002	2.678	3.623
2	3.440	0.002	3.450	0.002	2.678	3.623
3	3.436	0.002	3.445	0.002	2.678	3.623
4	3.440	0.002	3.456	0.002	2.678	3.623
5	3.445	0.002	3.451	0.002	2.678	3.623



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Areas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-010-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-011-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 07256787
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 25,000 mm (1")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-22

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

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84266

CCT-011-2022

Página 1 de 2

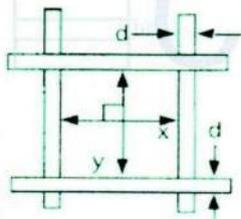


RESULTADOS DE MEDICIÓN

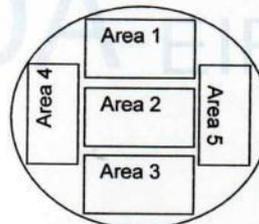
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X	ABERTURA PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	MÍNIMO	MÁXIMO	
1	25.039	0.002	25.074	0.002	24.200	25.800	26.400
2	24.978	0.002	25.067	0.002	24.200	25.800	26.400
3	25.056	0.002	25.103	0.002	24.200	25.800	26.400
4	25.101	0.002	25.082	0.002	24.200	25.800	26.400
5	25.002	0.002	25.103	0.002	24.200	25.800	26.400

Valor estándar según norma ASTM E 11 - 04 = 25,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y	ERROR PERMISIBLE		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	MÍNIMO	MÁXIMO	
1	3.763	0.002	3.765	0.002	3.018	4.080	
2	3.773	0.002	3.755	0.002	3.018	4.080	
3	3.751	0.002	3.752	0.002	3.018	4.080	
4	3.761	0.002	3.763	0.002	3.018	4.080	
5	3.755	0.002	3.759	0.002	3.018	4.080	



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incetidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-011-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-012-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 0787846
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 50,000 mm (2")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.9°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-012-2022

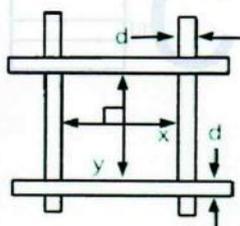
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

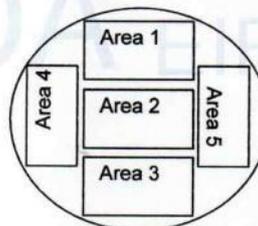
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	51.363	0.002	50.589	0.002	48.500	51.500	52.600
2	51.172	0.002	51.136	0.002	48.500	51.500	52.600
3	50.854	0.002	50.683	0.002	48.500	51.500	52.600
4	50.855	0.002	51.284	0.002	48.500	51.500	52.600
5	50.669	0.002	51.294	0.002	48.500	51.500	52.600

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 50,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	4.888	0.002	4.896	0.002	4.250	5.750	
2	4.888	0.002	4.890	0.002	4.250	5.750	
3	4.879	0.002	4.891	0.002	4.250	5.750	
4	4.882	0.002	4.930	0.002	4.250	5.750	
5	4.897	0.002	4.891	0.002	4.250	5.750	



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-012-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-013-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : W.S. TYLER
Número de serie : 97332159
Código de identificación : No Indica
Abertura de Tamiz : 37,500 mm (1 1/2")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.9°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.0°C / 62%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL <small>Reg. del CIP N° 84286</small>

CCT-013-2022

Página 1 de 2

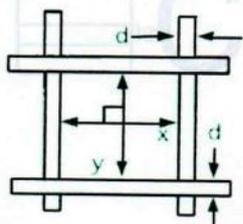


RESULTADOS DE MEDICIÓN

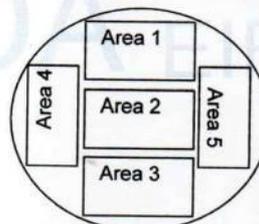
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	37.526	0.002	37.713	0.002	36.400	38.600	39.500
2	37.483	0.002	37.619	0.002	36.400	38.600	39.500
3	37.495	0.002	37.655	0.002	36.400	38.600	39.500
4	37.508	0.002	37.633	0.002	36.400	38.600	39.500
5	37.506	0.002	37.629	0.002	36.400	38.600	39.500

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 37,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	4.472	0.002	4.454	0.002	3.825	5.175
2	4.482	0.002	4.493	0.002	3.825	5.175
3	4.463	0.002	4.469	0.002	3.825	5.175
4	4.467	0.002	4.454	0.002	3.825	5.175
5	4.491	0.002	4.476	0.002	3.825	5.175



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Areas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-013-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-014-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
 Atención : MASTERLEM SAC
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Número de serie : 11525107
 Código de identificación : No Indica
 Abertura de Tamiz : 63,000 mm (2 1/2")
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0°C / 62%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 63%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-22

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimír Telle-Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL <small>Reg. del CIP N° 84286</small>

CCT-014-2022

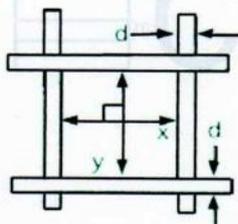
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

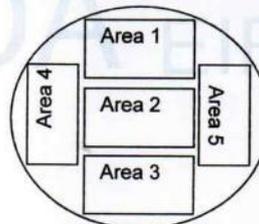
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	62.934	0.002	63.061	0.002	61.100	64.900	66.200
2	62.867	0.002	62.700	0.002	61.100	64.900	66.200
3	63.173	0.002	63.210	0.002	61.100	64.900	66.200
4	62.806	0.002	63.243	0.002	61.100	64.900	66.200
5	62.840	0.002	62.680	0.002	61.100	64.900	66.200

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 63,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	5.273	0.002	5.275	0.002	4.760	6.440
2	5.273	0.002	5.273	0.002	4.760	6.440
3	5.270	0.002	5.264	0.002	4.760	6.440
4	5.273	0.002	5.261	0.002	4.760	6.440
5	5.274	0.002	5.260	0.002	4.760	6.440



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Areas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-014-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-015-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : CANTROL
Número de serie : 11338
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 75,000 mm (3")
Procedencia : CANADA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.7°C / 61%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.7°C / 61%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-015-2022

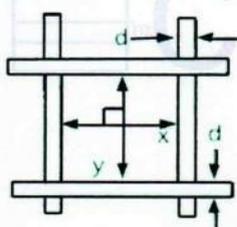
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

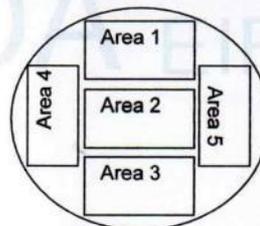
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X	ABERTURA PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	75.160	0.002	75.010	0.002	72.800	77.200	78.700
2	75.020	0.002	75.070	0.002	72.800	77.200	78.700
3	75.180	0.002	75.050	0.002	72.800	77.200	78.700
4	75.140	0.002	75.210	0.002	72.800	77.200	78.700
5	75.050	0.002	74.961	0.002	72.800	77.200	78.700

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 75,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y	ERROR PERMISIBLE	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	5.770	0.002	5.720	0.002	5.355	7.245
2	5.810	0.002	5.660	0.002	5.355	7.245
3	5.860	0.002	5.770	0.002	5.355	7.245
4	5.670	0.002	5.650	0.002	5.355	7.245
5	5.730	0.002	5.655	0.002	5.355	7.245



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-015-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-016-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
 Atención : MASTERLEM SAC
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
 Marca : W. S. TYLER
 Número de serie : 9753346
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 4,750 mm (N°4)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.7°C / 61%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.8°C / 62%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladmír Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-016-2022

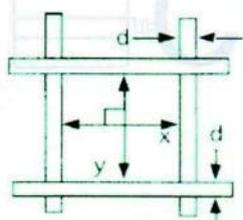
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

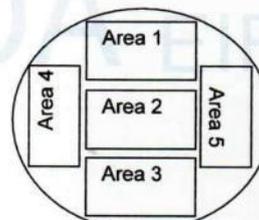
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	4.753	0.002	4.771	0.002	4.600	4.900	5.140
2	4.759	0.002	4.770	0.002	4.600	4.900	5.140
3	4.754	0.002	4.764	0.002	4.600	4.900	5.140
4	4.743	0.002	4.777	0.002	4.600	4.900	5.140
5	4.774	0.002	4.760	0.002	4.600	4.900	5.140

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 4,750 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	1.603	0.002	1.597	0.002	1.360	1.840
2	1.591	0.002	1.599	0.002	1.360	1.840
3	1.603	0.002	1.604	0.002	1.360	1.840
4	1.603	0.002	1.595	0.002	1.360	1.840
5	1.581	0.002	1.597	0.002	1.360	1.840



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-016-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-017-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Número de serie : 08468184
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 2,360 mm (N° 8)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 62%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.8°C / 62%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Numero de paginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-017-2022

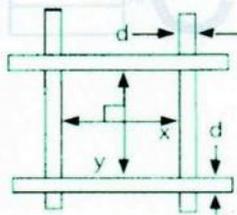
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

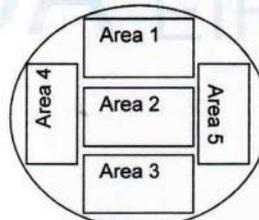
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	2.363	0.002	2.344	0.002	2.280	2.440	2.600
2	2.363	0.002	2.347	0.002	2.280	2.440	2.600
3	2.356	0.002	2.340	0.002	2.280	2.440	2.600
4	2.362	0.002	2.356	0.002	2.280	2.440	2.600
5	2.362	0.002	2.349	0.002	2.280	2.440	2.600

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 2,360 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (mm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (mm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (mm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	0.964	0.002	1.085	0.002	0.850	1.150
2	0.962	0.002	1.079	0.002	0.850	1.150
3	0.967	0.002	1.090	0.002	0.850	1.150
4	0.964	0.002	1.078	0.002	0.850	1.150
5	0.965	0.002	1.080	0.002	0.850	1.150



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-017-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-018-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 08197501
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 1,180 mm (N° 16)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-018-2022

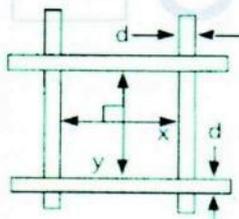
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

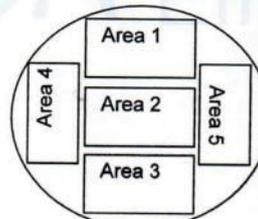
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	1.182	0.002	1.178	0.002	1.135	1.225	1.330
2	1.182	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
3	1.186	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
4	1.184	0.002	1.182	0.002	1.135	1.225	1.330
5	1.181	0.002	1.174	0.002	1.135	1.225	1.330

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 1,180 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	0.630	0.002	0.599	0.002	0.536	0.725
2	0.634	0.002	0.600	0.002	0.536	0.725
3	0.634	0.002	0.600	0.002	0.536	0.725
4	0.629	0.002	0.595	0.002	0.536	0.725
5	0.632	0.002	0.590	0.002	0.536	0.725



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-018-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-019-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : FORNEY
Número de serie : 30BS8F622805
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 600 µm (Nº 30)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL Nº PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.9°C / 63%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 63%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimiro Tello-Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-019-2022

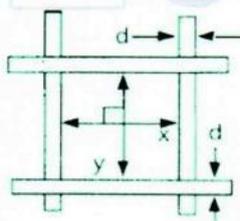
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

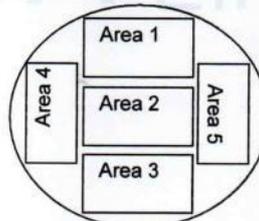
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	614	2	605	2	575	625	695
2	611	2	585	2	575	625	695
3	607	2	592	2	575	625	695
4	615	2	603	2	575	625	695
5	623	2	593	2	575	625	695

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 600 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	385	2	406	2	340	460
2	385	2	408	2	340	460
3	386	2	407	2	340	460
4	383	2	406	2	340	460
5	386	2	406	2	340	460



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-019-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCT-020-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Número de serie : 08436726
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 300 µm (N° 50)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.9°C / 63%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.0°C / 63%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-23

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

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

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCT-020-2022

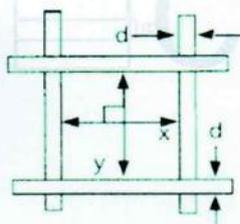
Página 1 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

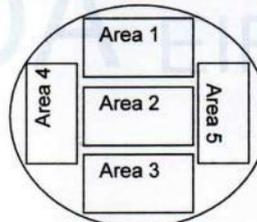
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(μm)						
1	303	2	305	2	286	314	363
2	304	2	300	2	286	314	363
3	304	2	303	2	286	314	363
4	303	2	305	2	286	314	363
5	303	2	301	2	286	314	363

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 300 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(μm)					
1	194	2	185	2	170	230
2	195	2	191	2	170	230
3	196	2	187	2	170	230
4	197	2	183	2	170	230
5	197	2	187	2	170	230



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-020-2022

Página 2 de 2



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCTC-002-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Termómetro con indicación digital
Alcance de indicación : -50 °C a 300 °C
Resolución : 0,1 °C
Marca : DIGITAL THERMOMETER
Nº de serie : No indica
Modelo : JR-1
Código : T-102
Procedencia : CHINA.
Método de calibración : Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales
 PC 017 - Indecopi - primera edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23.7°C / 61%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23.8°C / 61%
Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards &
 Technology), patrón utilizado Fluke, modelo 9009, N° de serie B38334,
 certificado de calibración reporte N° B3815065
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-04-20

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-04-21	 Vladimir Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCTC-002-2022

Página 1 de 2



RESULTADOS DE MEDICIÓN

TCV (°C)	INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
9.6	10.0	-0.4	0.03
19.8	20.0	-0.2	0.03
35.0	35.0	0.0	0.03

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:

TCV = Indicación del termómetro + corrección

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 $k=2$ que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-020-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
 Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica
 Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf)
 División de escala : 0,1 kN
 Marca : ELE - INTERNATIONAL Modelo : 36-0650/06
 N° de serie del equipo : 0801000012
 Lector digital : ADR ELE-INTERNATIONAL
 N° de serie lector digital : 1886-1-3201
 Procedencia : USA
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.8°C / 56%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.9°C / 55%
 Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-03-04	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>

CMC-020-2022

Página 1 de 2



Resultados de Medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0	0.1
9	100	99.75	99.73	100.00	99.83	0.17	0.2
18	200	199.43	200.66	199.08	199.72	0.14	0.2
27	300	301.17	301.21	300.92	301.10	-0.37	0.2
36	400	399.42	399.56	399.54	399.51	0.12	0.2
45	500	500.25	499.18	499.33	499.59	0.08	0.1
54	600	600.12	600.75	600.51	600.46	-0.08	0.1
63	700	699.95	701.47	700.78	700.73	-0.10	0.1
72	800	802.40	801.83	801.94	802.06	-0.26	0.1
81	900	900.74	900.14	900.23	900.37	-0.04	0.1
90	1000	1000.86	1000.26	1000.91	1000.68	-0.07	0.1

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMI-002-2022

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : MASTERLEM SAC Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima

Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras

Marca : Despatch

Nº de serie : 164802

Modelo : LEB1-76-4

Alcance : 400 °F

División de Escala : 0.1 °C

Selector de temperatura : Digital

Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2° Edición.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 17.3°C / 75%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 17.4°C / 75%

Patrones de referencia : Patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2020 con trazabilidad SWISS CALIBRATION.

Número de páginas : 6

Fecha de calibración : 2022-08-03

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

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286


CALIBRACIÓN PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	121.1	111.6	111.7	112.2	113.0	111.5	111.6	111.8	112.2	112.4	111.2	111.9	1.8
2	121.1	111.5	111.7	112.2	113.1	111.4	111.6	111.7	112.1	112.3	111.2	111.9	1.9
4	121.1	111.5	111.6	112.1	113.1	111.2	111.5	111.6	112.0	112.3	111.1	111.8	2.0
6	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.2	111.4	111.6	112.0	112.2	111.1	111.7	1.9
8	121.1	111.3	111.5	112.0	113.0	111.1	111.3	111.5	111.9	112.3	111.0	111.7	2.0
10	121.1	111.2	111.4	111.9	112.9	111.0	111.2	111.4	111.8	112.1	110.9	111.6	2.0
12	121.1	111.2	111.3	111.8	112.8	111.0	111.1	111.4	111.8	112.1	110.8	111.5	2.0
14	121.1	111.1	111.2	111.8	112.8	111.0	111.1	111.3	111.7	112.0	110.8	111.5	2.0
16	121.1	111.1	111.2	111.7	112.9	111.1	111.0	111.2	111.7	112.0	110.7	111.5	2.2
18	121.1	111.0	111.1	111.7	112.9	111.1	111.0	111.0	111.6	111.9	110.6	111.4	2.3
20	121.1	111.0	111.1	111.6	112.9	111.0	110.9	111.1	111.6	111.9	110.6	111.4	2.3
22	121.1	111.1	111.2	111.6	112.8	111.0	111.1	111.2	111.7	112.0	110.5	111.4	2.3
24	121.1	111.2	111.2	111.7	112.9	111.2	111.1	111.3	111.7	112.0	110.6	111.5	2.3
26	121.1	111.2	111.3	111.8	112.8	111.3	111.2	111.4	111.8	112.1	110.8	111.6	2.0
28	121.1	111.3	111.4	111.9	113.0	111.3	111.3	111.4	111.9	112.1	110.9	111.7	2.1
30	121.1	111.4	111.5	111.9	113.1	111.4	111.3	111.5	112.0	112.2	111.1	111.7	2.0
32	121.1	111.5	111.6	112.0	113.2	111.5	111.4	111.5	112.0	112.3	111.1	111.8	2.1
34	121.1	111.6	111.6	112.0	113.0	111.5	111.4	111.6	112.1	112.4	111.2	111.8	1.8
36	121.1	111.6	111.6	112.2	113.0	111.6	111.5	111.7	112.2	112.4	111.2	111.9	1.8
38	121.1	111.6	111.7	112.2	112.8	111.6	111.5	111.7	112.3	112.5	111.3	111.9	1.5
40	121.1	111.7	111.8	112.3	113.0	111.7	111.6	111.7	112.4	112.5	111.4	112.0	1.6
42	121.1	111.7	111.8	112.3	112.9	111.6	111.7	111.8	112.4	112.6	111.3	112.0	1.6
44	121.1	111.7	111.7	112.2	112.9	111.4	111.7	111.8	112.2	112.4	111.2	111.9	1.7
46	121.1	111.6	111.7	112.2	113.0	111.3	111.6	111.7	112.3	112.4	111.2	111.9	1.8
48	121.1	111.5	111.6	112.1	113.0	111.3	111.6	111.7	112.3	112.3	111.1	111.9	1.9
50	121.1	111.5	111.5	112.1	113.0	111.2	111.5	111.6	112.2	112.3	111.2	111.8	1.8
52	121.1	111.5	111.5	112.0	113.1	111.2	111.5	111.6	112.1	112.2	111.0	111.8	2.1
54	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.1	111.4	111.5	112.1	112.2	111.0	111.7	2.0
56	121.1	111.4	111.4	111.9	113.0	111.1	111.3	111.4	112.0	112.3	110.9	111.7	2.1
58	121.1	111.3	111.4	111.8	113.1	111.0	111.4	111.5	112.0	112.2	110.9	111.7	2.2
60	121.1	111.3	111.4	111.9	113.0	111.0	111.4	111.5	111.9	112.2	111.0	111.7	2.0
T.PROM	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.3	111.4	111.5	112.0	112.2	111.0	111.7	
T.MAX	121.1	111.7	111.8	112.3	113.2	111.7	111.7	111.8	112.4	112.6	111.4		
T.MIN	121.0	111.0	111.1	111.6	112.8	111.0	110.9	111.0	111.6	111.9	110.5		
DTT	0.0	0.7	0.7	0.7	0.4	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9		

Temperatura ambiental promedio

: 17.4 °C

Tiempo de calibración del equipo

: 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.2	0.3
Mínima Temperatura Medida	110.5	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.9	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.0	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.45	0.02
Uniformidad Medida	2.3	0.3

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

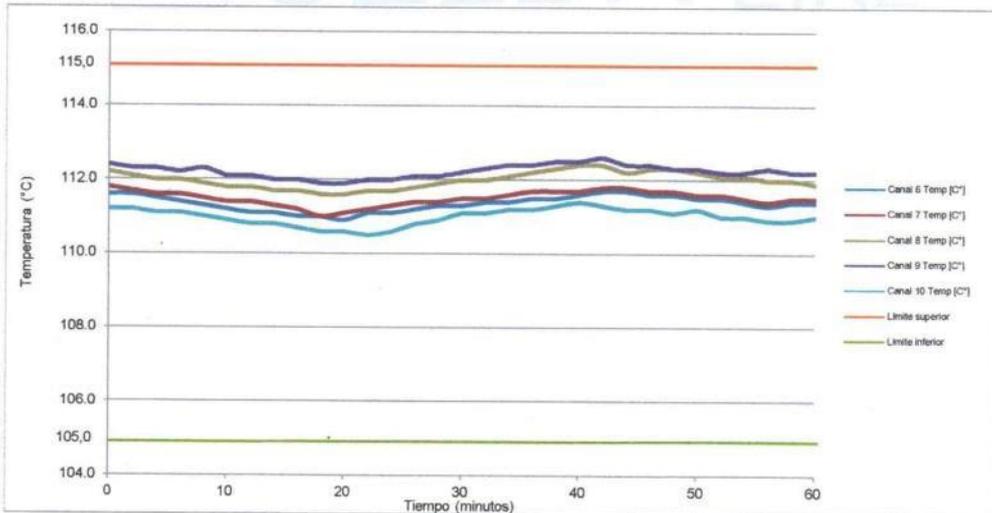
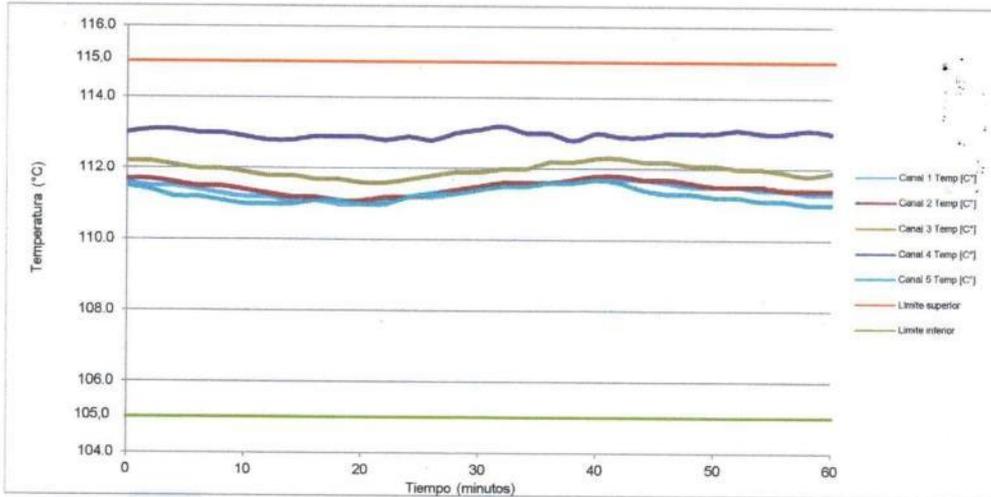
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

CMI-002-2022

Página 2 de 6



TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



CMI-002-2022

Página 3 de 6



PARA LA TEMPERATURA DE 180 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	204.4	180.0	179.1	179.5	178.8	180.2	179.2	180.1	179.4	179.4	179.4	179.5	1.4
2	204.4	180.1	179.0	179.8	179.7	180.1	179.1	180.0	179.5	179.2	179.1	179.6	1.4
4	204.4	180.4	179.7	179.9	180.0	180.3	179.5	180.4	180.1	179.0	180.0	179.9	1.4
6	204.4	180.7	180.1	180.2	180.3	181.2	180.0	181.0	181.4	180.4	180.8	180.6	1.4
8	204.4	180.7	180.4	180.4	181.2	181.2	180.2	181.3	181.5	181.0	180.7	180.9	1.3
10	204.4	180.8	180.4	180.6	180.6	181.1	180.4	181.4	181.4	181.2	181.3	180.9	1.0
12	204.4	180.3	180.0	180.5	181.3	181.1	180.6	181.3	181.2	181.1	181.4	180.9	1.4
14	204.4	180.9	179.8	180.1	179.6	181.0	180.0	180.3	181.4	180.8	181.2	180.5	1.8
16	204.4	180.5	179.6	180.0	179.4	180.8	179.9	180.1	181.0	180.4	180.6	180.2	1.6
18	204.4	179.8	179.1	179.5	179.2	180.6	179.6	180.4	180.4	180.0	180.3	179.9	1.5
20	204.4	179.9	179.3	179.7	179.4	180.4	179.3	180.3	180.3	179.4	179.6	179.8	1.1
22	204.4	180.1	179.1	179.7	179.6	180.4	179.2	180.1	179.9	179.3	179.6	179.7	1.3
24	204.4	181.0	180.0	180.3	180.1	181.0	180.3	181.0	180.3	180.1	180.1	180.4	1.0
26	204.4	180.8	180.3	180.5	180.8	181.2	180.6	181.2	180.3	180.6	181.2	180.8	0.9
28	204.4	180.7	181.1	181.0	181.3	181.0	181.1	181.1	181.2	181.0	180.7	181.0	0.6
30	204.4	180.1	181.2	181.2	181.4	181.1	181.1	181.2	180.6	181.1	180.4	180.9	1.3
32	204.4	180.4	181.1	181.3	181.5	181.2	181.3	181.4	181.5	181.3	181.0	181.2	1.1
34	204.4	180.5	181.0	181.0	181.2	181.3	181.2	181.3	181.3	181.2	181.0	181.1	0.8
36	204.4	180.5	180.7	180.7	181.2	181.4	181.5	181.4	181.0	181.1	181.2	181.1	1.0
38	204.4	180.6	180.4	180.5	181.0	181.0	180.4	181.2	181.5	180.9	181.4	180.9	1.1
40	204.4	180.5	180.2	180.3	180.7	180.8	180.0	180.9	181.4	181.2	181.3	180.7	1.4
42	204.4	180.0	180.1	180.0	180.4	180.7	179.5	180.4	181.2	180.3	180.5	180.3	1.7
44	204.4	180.3	179.9	180.0	180.3	180.4	179.4	180.4	180.3	180.4	180.1	180.2	1.0
46	204.4	179.8	179.9	179.8	180.0	180.3	179.3	180.3	180.2	181.0	180.2	180.1	1.7
48	204.4	180.0	179.7	179.7	180.1	180.1	179.2	180.3	180.5	180.4	180.4	180.0	1.3
50	204.4	180.1	179.6	179.9	180.0	180.3	179.2	180.4	180.3	180.2	180.3	180.0	1.2
52	204.4	180.0	179.8	180.1	180.3	180.6	179.5	180.5	180.0	180.3	180.3	180.1	1.1
54	204.4	180.3	180.4	180.4	181.0	181.0	180.0	181.0	181.0	180.0	180.6	180.6	1.0
56	204.4	180.3	181.2	181.3	181.3	181.0	180.1	181.1	180.2	181.5	181.5	181.0	1.4
58	204.4	181.0	181.1	181.2	181.2	181.1	181.1	181.3	180.3	181.4	181.4	181.1	1.1
60	204.4	181.1	181.0	181.1	181.0	181.1	181.2	181.1	180.4	181.0	181.2	181.0	0.8
T.PROM	204.4	180.4	180.1	180.3	180.4	180.8	180.1	180.8	180.7	180.5	180.6	180.5	
T.MAX	204.4	181.1	181.2	181.3	181.5	181.4	181.5	181.4	181.5	181.5	181.5		
T.MIN	204.4	179.8	179.0	179.5	178.8	180.1	179.1	180.0	179.4	179.0	179.1		
DTT	0	1.3	2.2	1.8	2.7	1.3	2.4	1.4	2.1	2.5	2.4		

Temperatura ambiental promedio : 17.4 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	181.5	0.3
Mínima Temperatura Medida	178.8	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.7	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0.7	0.3
Estabilidad Medida (±)	1.35	0.04
Uniformidad Medida	1.8	0.3

Para alcanzar el valor esperado de 180 °C ± 2 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

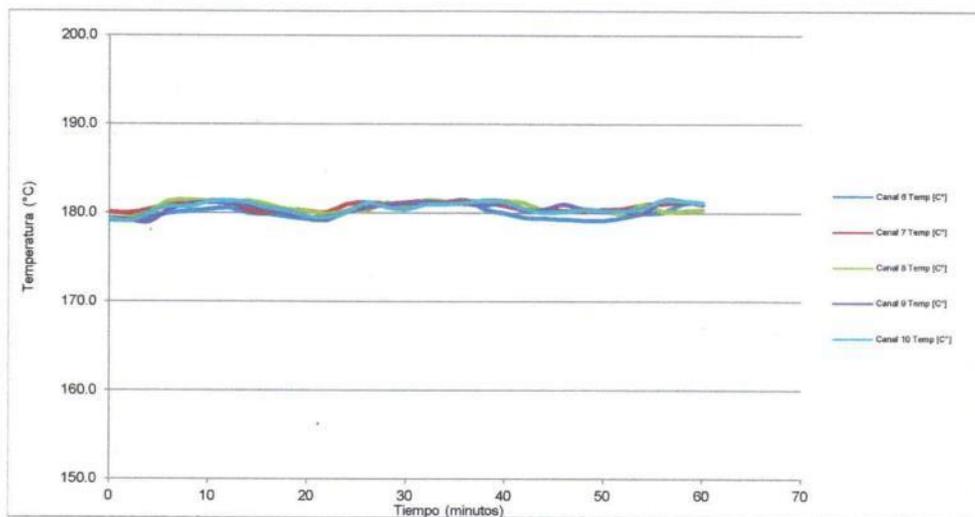
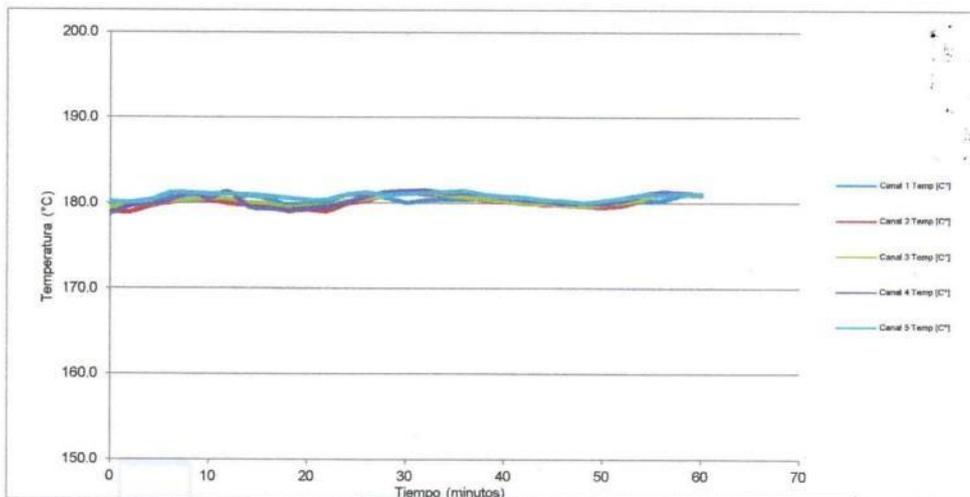
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

CMI-002-2022

Página 4 de 6



TEMPERATURA DE TRABAJO 180 °C

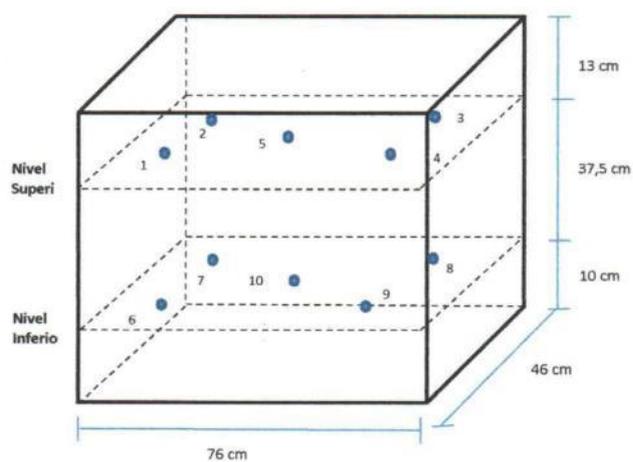


CMI-002-2022

Página 5 de 6



DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 18 cm de las paredes laterales.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 10 cm del frente y fondo de la estufa.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CPR-003-2021

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Pie de rey de indicación Analógica.
Alcance de indicación : 0 mm a 200 mm
División de escala : 0,05 mm
Marca : GENSIZE
Nº de serie : HS07160956
Modelo : No Indica.
Procedencia : No Indica.
Método de calibración : Procedimiento de calibración de Pie de Rey (usando bloques)
 PC 012 - Indecopi - segunda edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.5 °C / 67%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.7°C / 66%
Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL, patrones utilizados marca MITUTOYO, bloque de 1 mm con certificado N° LLA - 489 - 2019, bloque de 2 mm con certificado N° LLA - 486 - 2019, bloque de 2 mm con certificado N° LLA - 488 - 2019, bloque de 5 mm con certificado N° LLA - 487 - 2019, bloque de 10 mm con certificado N° LLA - 485 - 2019, bloque 10 mm con certificado N° LLA - 484 - 2019, bloque de 50 mm con certificado N° LLA - 490 - 2019, bloque de 200 mm con certificado N° LLA-496-2019.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-12-03
 Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-12-06	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CPR-003-2021

Página 1 de 2



RESULTADOS DE MEDICIÓN

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ABSOLUTO ENCONTRADO (μ m)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	
1.00	1.00	1.00	1.00	0
2.00	2.00	2.00	2.00	0
3.00	3.00	3.00	3.00	0
5.00	5.00	5.00	5.00	0
10.00	10.00	10.00	10.00	0
20.00	20.00	20.00	20.00	0
50.00	50.00	50.00	50.00	0
100.00	100.00	100.00	100.00	0
200.00	200.00	200.00	200.00	0

Incertidumbre de Medición : $\pm 5 \mu$ m (para $k = 2$)

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-019-2022

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
 Atención : MASTERLEM S.A.C.
 Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
 Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica
 Capacidad del equipo : 1,555 kN (350,000 lbf. ó 159 TN)
 División de escala : 0,1 kN
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Modelo : 36-0735/06 ACCU-TEK 350 Digital Series
 N° de serie del equipo : 140500026
 Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
 N° de serie panel digital : 1887-1-00242
 Procedencia : USA
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.9°C / 54%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2022-02-22
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-02-28	 Vlademir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kN)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
6	100	100.31	100.27	100.68	100.42	-0.42	0.1
13	200	199.93	200.12	200.17	200.07	-0.03	0.1
19	300	299.30	299.60	300.10	299.67	0.11	0.1
26	400	398.60	399.56	399.47	399.21	0.20	0.1
32	500	498.50	498.53	499.05	498.69	0.26	0.1
39	600	598.09	598.99	598.53	598.54	0.24	0.1
51	800	798.47	798.55	798.92	798.65	0.17	0.1
64	1000	998.75	998.48	998.99	998.74	0.13	0.1
77	1200	1199.15	1198.70	1199.32	1199.06	0.08	0.1
96	1500	1497.94	1499.50	1499.26	1498.90	0.07	0.1

Incertidumbre

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

Notas

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

El equipo se encuentra calibrado.



ANEXO 7: PANEL FOTOGRÁFICO



Diseño de mezcla concreto convencional



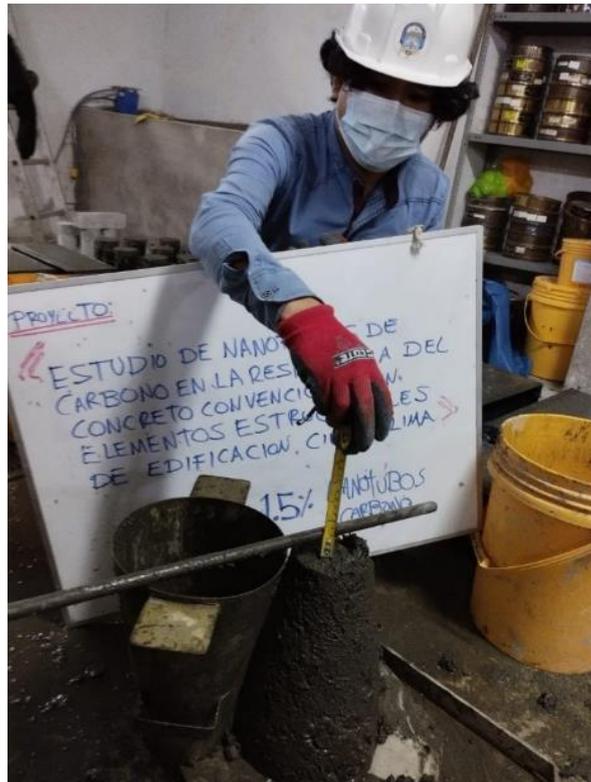
Diseño de mezcla concreto convencional con 1.5% NTC



Medición de Slump concreto convencional



Medición de Slump concreto convencional con 1% NTC



Medición de Slump concreto convencional con 1.5% NTC



Especímenes para ensayo a compresión



Vigas de concreto convencional para ensayo a flexion



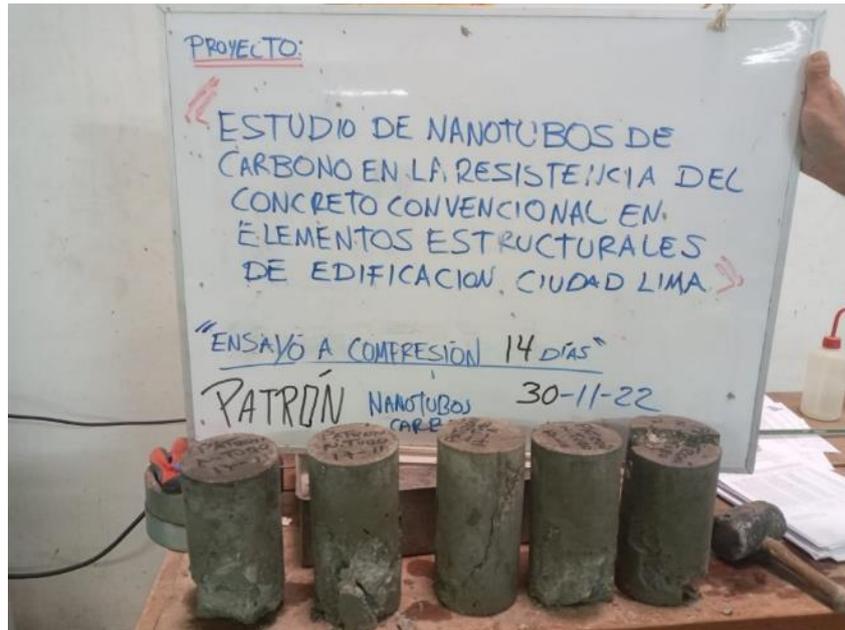
Poso de curado con control de temperatura automático



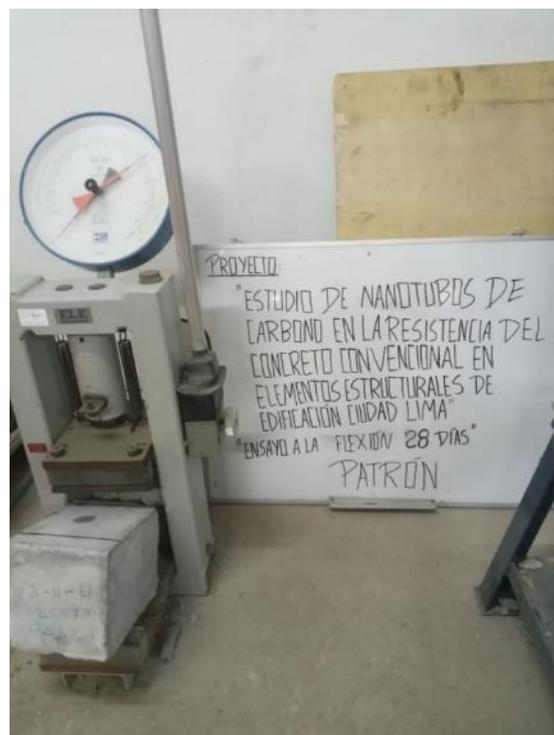
Ensayo a la compresión concreto convencional con 1% NTC.



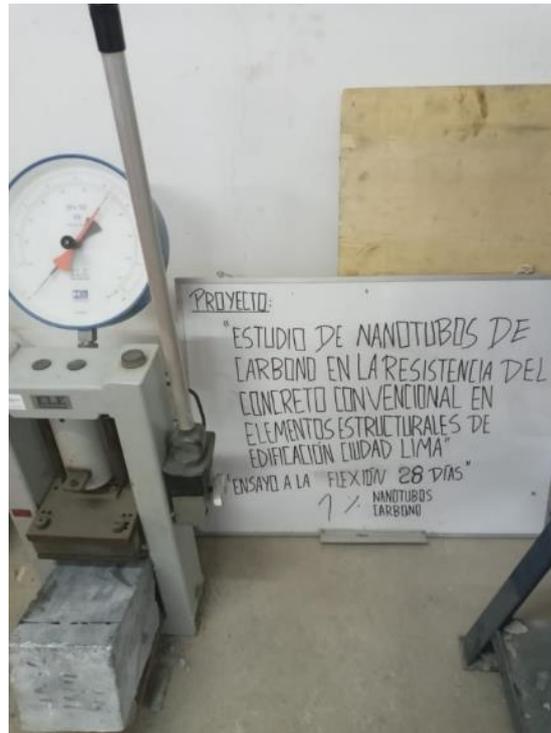
Ensayo a la compresión concreto convencional con 1.5% NTC.



probetas ensayadas a compresión del concreto convencional.



Ensayo de flexión a concreto convencional



Ensayo de flexión a concreto convencional con 1% NTC



Ensayo de flexión a concreto convencional con 1.5% NTC