



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL  
GROUT  $f'c=370$  KG/CM<sup>2</sup> CON ADICIÓN DE  
BENTONITA, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Patrick Francko Arribasplata Chico

**Asesor:**

Mg. Ing. Kely Elizabeth Nuñez Vasquez

<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Cajamarca - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>KATIA NATALY CARRIÓN RABANAL</b>	<b>46269439</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	<b>ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN</b>	<b>71106769</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	<b>MARIO RENÉ CARRANZA LIZA</b>	<b>26602358</b>
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

13%

★ [repositorio.unc.edu.pe](https://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres los cuales me ayudaron en los momentos más difíciles con su apoyo y amor incondicional, sobre todo con todo mi amor y cariño a mi hermosa madre que desde el cielo hoy y siempre con su luz me cuida y me guía por el camino del bien, para ti madre por ser mi razón de vivir y la motivación para no rendirme en los momentos más difíciles y siempre salir adelante con la frente en alto.

## AGRADECIMIENTO

El mayor agradecimiento es para mis padres, por ayudarme y estar conmigo en los momentos más difíciles con su apoyo y amor incondicional, por formarme con una educación ejemplar además de valores y buenos hábitos para la vida, por brindarme la posibilidad de convertirme en un profesional y sobre todo en una persona buena humilde y trabajadora al seguir su ejemplo.

A mis amigos y maestros por darme hermosas experiencias que atesoraré por siempre, por darme su apoyo, complicidad y compañía durante mi formación universitaria, y finalmente por compartir su sabiduría y consejos conmigo sin pedir nada a cambio.

**Tabla de contenido**

<b>JURADO EVALUADOR</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
1.1. <b>Realidad problemática</b>	<b>12</b>
1.2. <b>Formulación del problema</b>	<b>21</b>
1.3. <b>Objetivos</b>	<b>21</b>
1.4. <b>Hipótesis</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>92</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Dosificaciones de bentonita y agua .....	38
<b>Tabla 2.</b> Dosificación de la bentonita .....	42
<b>Tabla 3.</b> Volumen total de mezcla base .....	43
<b>Tabla 4.</b> Resultado de las proporciones del diseño de mezclas .....	46
<b>Tabla 5.</b> Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla base .....	47
<b>Tabla 6.</b> Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla I.....	47
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla II .....	48
<b>Tabla 8.</b> Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla III .....	49
<b>Tabla 9.</b> Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla base .....	50
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla base.....	51
<b>Tabla 11.</b> Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla I .....	52
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla I.....	52
<b>Tabla 13.</b> Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla II .....	53
<b>Tabla 14.</b> Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla II.....	54
<b>Tabla 15.</b> Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla III .....	55
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla III.....	55
<b>Tabla 17.</b> Permeabilidad promedio de la mezcla base a los 28 días .....	57
<b>Tabla 18.</b> Permeabilidad promedio de la mezcla M1 a los 28 días.....	58
<b>Tabla 19.</b> Permeabilidad promedio de la mezcla M2 a los 28 días.....	58
<b>Tabla 20.</b> Permeabilidad promedio de la mezcla M3 a los 28 días.....	59
<b>Tabla 21.</b> Área efectiva de las muestras a los 7 días de edad.....	60
<b>Tabla 22.</b> Altura promedio de las muestras a los 7 días de edad .....	60
<b>Tabla 23.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base a los 7 días .....	61
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 a los 7 días .....	62
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 a los 7 días .....	63

<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 7 días .....	64
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base a los 14 días .....	65
<b>Tabla 28.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 a los 14 días .....	66
<b>Tabla 29.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 a los 14 días .....	67
<b>Tabla 30.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 14 días .....	68
<b>Tabla 31.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base a los 28 días .....	69
<b>Tabla 32.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 a los 28 días .....	70
<b>Tabla 33.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 a los 28 días .....	71
<b>Tabla 34.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 28 días .....	72

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de variables .....	23
<b>Figura 2.</b> Distribución de probetas para .....	26
<b>Figura 3.</b> Herramientas para el análisis de datos cuantitativos .....	40
<b>Figura 4.</b> Flujograma de procesos .....	41
<b>Figura 5.</b> Comparación de la capilaridad de los cuatro tipos de mezcla .....	49
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de absorción promedio de la mezcla base .....	51
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de absorción promedio de la mezcla I .....	53
<b>Figura 8.</b> Porcentaje de absorción promedio de la mezcla II .....	54
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de absorción promedio de la mezcla III .....	56
<b>Figura 10.</b> Comparación del porcentaje de absorción promedio de las mezclas .....	56
<b>Figura 11.</b> Resistencia a la compresión de la mezcla Base a los 7 días .....	62
<b>Figura 12.</b> Resistencia a la compresión de la mezcla M1 a los 7 días .....	63
<b>Figura 13.</b> Resistencia a la compresión de la mezcla M2 a los 7 días .....	64
<b>Figura 14.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 7 días .....	65
<b>Figura 15.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base a los 14 días .....	66
<b>Figura 16.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 a los 14 días .....	67
<b>Figura 17.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 a los 14 días .....	68
<b>Figura 18.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 14 días .....	69
<b>Figura 19.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base a los 28 días .....	70
<b>Figura 20.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 a los 28 días .....	71
<b>Figura 21.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 a los 28 días .....	72
<b>Figura 22.</b> Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 a los 28 días .....	73
<b>Figura 23.</b> Resistencia a la compresión promedio de la muestra base a los 7, 14 y 28 días .....	73
<b>Figura 24.</b> Resistencia a la compresión promedio de la muestra M1 a los 7, 14 y 28 días .....	74
<b>Figura 25.</b> Resistencia a la compresión promedio de la muestra M2 a los 7, 14 y 28 días .....	74

<b>Figura 26.</b> Resistencia a la compresión promedio de la muestra M3 a los 7, 14 y 28 días.....	75
<b>Figura 27.</b> Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 7 días de edad.....	75
<b>Figura 28.</b> Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 14 días de edad.....	76
<b>Figura 29.</b> Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 28 días de edad.....	76
<b>Figura 30.</b> Materiales para la elaboración de las mezclas .....	92
<b>Figura 31.</b> Dosificación de la bentonita .....	92
<b>Figura 32.</b> Resultados de la dosificación de la bentonita con presencia de grumos .....	93
<b>Figura 33.</b> Ensayo de fluidez de la bentonita consistencia seca .....	93
<b>Figura 34.</b> Medición del SLUMP de los ensayos de bentonita .....	94
<b>Figura 35.</b> Elaboración de la mezcla base .....	94
<b>Figura 36.</b> Elaboración de la mezcla 1 adicionando 10% de bentonita.....	95
<b>Figura 37.</b> Llenado de muestras cubicas y cilíndricas .....	95
<b>Figura 38.</b> Elaboración de la mezcla 2 y 3 adicionando bentonita al 20% y 30% respectivamente .....	96
<b>Figura 39.</b> Llenado de muestras de la mezcla 2 y 3.....	96
<b>Figura 40.</b> Llenado de muestras cubicas y cilíndricas de la mezcla 2 y 3 .....	97
<b>Figura 41.</b> Curado de las muestras .....	97
<b>Figura 42.</b> Ensayo de resistencia a la compresión de las muestras.....	98
<b>Figura 43.</b> Secado en horno de las muestras por 24 horas.....	99
<b>Figura 44.</b> Pesaje de las muestras secas por 24 horas en horno .....	99
<b>Figura 45.</b> Ensayo de capilaridad.....	100
<b>Figura 46.</b> Medición del fleco capilar.....	100
<b>Figura 47.</b> Ensayo de absorción.....	101
<b>Figura 48.</b> Pesaje de las muestras húmedas.....	101
<b>Figura 49.</b> Tubos para ensayo de permeabilidad.....	102
<b>Figura 50.</b> Muestras de ensayo de permeabilidad .....	102

## RESUMEN

El Grout es utilizado por su trabajabilidad y alta resistencia, mejorar sus propiedades hidráulicas con bentonita resultaría beneficioso como protección al acero de refuerzo y aumentar la vida útil de la estructura impidiendo las filtraciones de agua y acumulación de humedad. Si bien la adición de bentonita disminuiría su resistencia a compresión del Grout, mejoraría las propiedades de absorción, capilaridad y permeabilidad sin suponer un problema, por las altas capacidades de resistencia a compresión que este posee. Para esto, el objetivo establecido fue determinar la resistencia a la compresión axial del Grout con adición de bentonita en porcentajes de 10%, 20% y 30%. El diseño de esta investigación es experimental; ya que, se usaron materiales y métodos normados y adecuados para el propósito establecido, dichas metodologías fueron los ensayos correspondientes para cuantificar las variables pertinentes. Los resultados obtenidos fueron que la adición de bentonita al SikaGrout 110 disminuye la resistencia a la compresión, aumenta la capilaridad y la absorción y vuelve impermeables a las muestras hasta el 20% de adición de bentonita. Finalmente se concluyó que la mejor proporción de Grout más Lodo bentonítico es 90% Grout y 10% lodo bentonítico; debido a, su mejor desempeño tanto en resistencia a la compresión con un valor de 432.07 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, como en capilaridad con un valor de 72.72 gr.seg/cm<sup>2</sup>, un porcentaje de absorción medio – bajo y un comportamiento impermeable.

**PALABRAS CLAVES:** , Grout, Bentonita, Resistencia a la compresión, Absorción, Capilaridad, Permeabilidad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La tecnología avanza a pasos agigantados y así como esta avanza, se van mejorando los métodos constructivos, surgiendo novedosas alternativas. “Hoy en día existen nuevos métodos, técnicas y sistemas para la construcción de viviendas en el mundo con materiales innovadores”. (Díaz, 2017)

Los materiales de construcción “son uno de los elementos esenciales de cualquier construcción, y de su calidad depende lograr un buen resultado final en un edificio, vivienda o cualquier otro tipo de estructura.” (PLACOMAT, 2020); es por ello que, el sector construcción constantemente está buscando innovar, con el propósito de mejorar y erradicar los límites que existen en los materiales de construcción, proponiendo nuevas tecnologías o variaciones de composición de estos, que proporcionen a los materiales nuevas propiedades, cerrando de esta forma brechas en su uso.

“El agua es un componente clave de un proyecto de construcción, se utiliza como parte del fluido para la excavación y los cimientos, como medio de refrigeración de máquinas y como medio de limpieza” (BESCO, 2023).

En obras de construcción civil el agua es un elemento esencial que sirve para la preparación y curado de un concreto o mortero; además, está presente cuando los materiales o elementos de las estructuras están expuestas a la humedad ya sea por lluvias, filtración de efluentes, por fines de uso o del tipo de estructura, como piscinas, túneles, represas, etc.; así también, por la brisa del mar a la que están comprometidas las construcciones localizadas en

zonas costeras o marinas.

La composición y comportamiento químico del factor agua presente en las estructuras constituye un problema que requiere atención puesto que afecta a su durabilidad y por ende a su sostenibilidad en el tiempo, debido a su exposición a agentes corrosivos, cloruros, sulfatos, ácidos, microorganismos, entre otros. Por ejemplo, en estructuras de concreto expuestas a humedades, el proceso que se sigue es el de acumulación de agua en el hormigón, que se absorbe llegando hasta las armaduras y produciéndose oxidación, el acero se descompone paulatinamente y se produce un aumento de volumen del mismo que presiona al hormigón el cual acaba cediendo, de forma que aparecen grietas o fisuras: los daños más comunes por exposición a la humedad suelen ser debido a la capilaridad, condensación o filtración que poseen cada tipo de materiales (Ingenieros Asesores, 2022).

En proyectos de construcción civil es importante diseñar elementos estructurales que permitan soportar diferentes esfuerzos como la compresión; es por ello que, se debe de contar con materiales de alta calidad que proporcionen altas resistencias a los diferentes esfuerzos; ya que, de ellos, va depender la estabilidad y durabilidad de los proyectos de ingeniería.

A partir de ello, podemos observar la necesidad de materiales con la capacidad de impermeabilización y que además posean propiedades mecánicas que permitan resistir esfuerzos.

El uso de la bentonita sódica comenzó en Europa alrededor de 1950, para su posterior desarrollo en Estados Unidos. Utilizándose para cementar fisuras y grietas de rocas, absorbiendo la humedad para impedir que esta produzca derrumbamiento de túneles o excavaciones y de esta manera impermeabilizar trincheras, estabilización de charcas, etc.

Debido a que la bentonita sódica es una arcilla, mantiene propiedades como cohesión y plasticidad al momento de mezclarse con arena, favoreciendo su moldeo y dándole resistencia suficiente; se ha venido usando desde los años 50 como agente aglutinante en la producción de pelets (porciones de material aglomerado) del material previamente pulverizado. (Bradanic, 2007)

El Grout es utilizado debido a sus propiedades de trabajabilidad, además de desarrollar alta resistencia al endurecer; es por esto que es ideal para ser colocado bajo estructuras (Anclaje de pernos, trabajos de nivelación) y maquinarias (Nivelación de equipos, máquinas de fuerte vibración e impactos), siendo indispensable su uso en el sector industrial y minero (Correa, 2017); asimismo, el concreto líquido o Grout se utiliza para rellenar espacios vacíos y garantizar la continuidad entre elementos de la una edificación y se recomienda también por su tenacidad frente a ambientes agresivos pues es un aglomerado termorresistente y con gran adherencia. Por lo que es un material imprescindible del sector de ingeniería.

La impermeabilización de un material como el Grout puede resultar beneficioso, debido a que sería viable para ser usado como una medida de protección al acero, de corrosión, o ser utilizado en situaciones donde se necesite reparar desperfectos que el agua haya podido causar, prevenir filtraciones de agua, o se necesite aumentar la vida útil de la estructura para la que se emplea, así como, mantener su temperatura impidiendo el paso del agua y la acumulación de la humedad. Por lo que se podría adicionar un material como bentonita sódica al Grout con el fin de aprovechar sus cualidades impermeabilizantes de manera eficiente y de esta forma ampliar su rango de uso.

La ASTM C-476 establece dosificaciones por volumen para Grouts de mampostería,

pues es sabido que su consistencia afecta a su resistencia y hay que tener en cuenta que un material como el Grout “presenta alto contenido de cemento y tiende a producir resistencias mucho más altas que las especificadas en el ACI 530 o los Códigos que se utilizan como patrón” (NRMCA, 2008, p.01) siendo la característica de resistencia a compresión y la consistencia de suma importancia por ser incluso las especificaciones en las que se basan los productores de concreto premezclado para su fabricación. (NRMCA, 2008).

Es así que se han encontrado antecedentes acerca del mejoramiento de las propiedades del Grout, como es el caso de México, Nuevo León, donde se realizó una **“Evaluación Del Efecto del Curado Interno Mejorado en las Propiedades Físico-Mecánicas y de Durabilidad de Grouts de Tendones de Preesfuerzo”**, aquí (BETANCOURTH, 2017), se planteó como objetivo mejorar el curado interno del Grout utilizado en estructuras preesforzadas para aumentar su durabilidad y protegerlas de corrosión, para ello evaluó el efecto del curado interno mejorado por medio de agregado ligero saturado en una solución de agua y aditivo reductor de la contracción, en Grouts utilizados en tendones de preesfuerzo; en cuanto a la permeabilidad, mecanismos de transporte de iones cloruro, y propiedades mecánicas; comparando su comportamiento con Grouts comerciales y de prueba sin curado interno.

Concluyendo que, el curado interno mejorado hace notoria su eficacia en la mejora de las propiedades mecánicas debido a la mayor hidratación brindada; los aditivos químicos afectan de manera notoria la cinética de hidratación de los Grouts y el curado interno mejorado empleado; el Grout modificado puede funcionar como protector del acero de preesfuerzo ante la corrosión debido a que disminuye los agrietamientos que son vías de acceso de iones como los cloruros, así como disminuye la penetración de los mismos en las mezclas cementicias.

Ahora, en cuanto a la impermeabilización de un material como el Grout, Se realizó un estudio en México, Yucatán, titulado **“Determinación de la permeabilidad de lechadas para pantallas flexoimpermeables a partir de la prueba de consolidación unidimensional”** donde (Peraza et ál., 2016) se propuso como objetivo contribuir a la optimización y diseño de la proporción agua-cemento y otros parámetros imprescindibles (decantación, viscosidad, fluidez marsh) de lechadas plásticas (cemento-agua-bentonita) y conocer la permeabilidad asociada a estas, donde, para ello se presentaron valores de permeabilidad de 9 lechadas, para su aplicación en pantallas flexo-impermeables, las cuales son elementos de contención que actúan como barrera de muy baja permeabilidad, cuya construcción utiliza lechadas auto-fraguantes, que consisten en mezclas de bentonita-agua-cemento que en conjunto con el suelo, fraguan dejando a la pared impermeable. La correcta dosificación de lechada bentonítica juega un papel crucial en la eficacia de esta técnica, por lo que es necesario desarrollar la mezcla adecuada que garantice la flexibilidad y la baja permeabilidad que limite el flujo.

En el artículo concluyó que, con **un porcentaje de bentonita de 10 a 14 %**, se obtiene **permeabilidades reducidas**, idóneas para su uso en pantallas flexo-impermeables y recomienda que una evaluación más amplia de proporciones de mezclas, agua-cemento-bentonita permitirá caracterizar con mayor alcance el comportamiento de las lechadas o Grout, siendo el objeto de próximas líneas de investigación, optimizar el contenido de bentonita con la que la lechada cumpla los requisitos de resistencia e impermeabilidad requeridos.

También en el Perú se han planteado investigaciones de mejora de propiedades del Grout con aditivos, es el caso del estudio que lleva por título **“Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto líquido fino “Grout”** adicionado con limaduras

de acero 2%, 5% y 10% en comparación a un concreto líquido patrón convencional - Cusco 2018”, tesis presentada por (Zanabria & Salazar, 2019) que tuvo como objetivo mejorar el comportamiento del concreto líquido fino “Grout” y sus características físicas y mecánicas midiendo el tiempo de fraguado, límite de compresión y flexión del Grout adicionado con limaduras de acero al 2%, 5% y 10%, teniendo en cuenta la norma ASTM C-476.

Concluyéndose que a mayor dosificación de limaduras de acero retarda el fraguado del concreto y que al dosificar limaduras de **acero al 2%** se tiene un buen comportamiento estructural con una **resistencia promedio de 253.50 kg/cm<sup>2</sup>**; además de que **a los 28 días de edad los especímenes de 10%** de limaduras de acero **mejoran la resistencia a flexión (50.95KPa)** con respecto a un **concreto líquido patrón** donde se obtuvo **50.54 KPa** y a su vez, el **porcentaje de fluidez, donde se obtuvo 112.84% para un concreto patrón y un porcentaje de 136.22 de fluidez con limaduras de acero al 10%**.

Asimismo, en la ciudad de Cajamarca (Marquina, 2017) planteó la tesis titulada **“Análisis de la Resistencia a Compresión del Grout con Adición de Sikament – 290”** que tuvo por objetivo analizar la variación de la resistencia a compresión del Grout a los 7, 14 y 28 días, al utilizar un aditivo como Sikament 290, para lo cual se realizó un diseño inicial de un  $f'c = 140$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando cemento Pacasmayo tipo I, agregados de la cantera Roca Fuerte, cal hidratada y agua de la red pública. Al diseño inicial se le adicionó, 0.0%, 0.7%, 0.9%, 1.2% y 1.4% de Sikament 290, realizando un total de 150 probetas.

Llegando a conclusiones como que la adición de Sikament 290N en el Grout para un  $f'c = 140$ kg/cm<sup>2</sup>, incrementa la **resistencia a compresión a los 28 días** en un **13.01%** en el diseño con adición del 0.7%de Sikament 290N; los valores de la resistencia a compresión del concreto

con adición de Sikament 290N en 0.0 %, 0.70%, 0.9%, 1.2%, 1.4%, son 149.03 kg/cm<sup>2</sup>, 168.42 kg/cm<sup>2</sup>, 155.68 kg/cm<sup>2</sup>, 151.25 kg/cm<sup>2</sup> y 127.98 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, Los valores del asentamiento del concreto con adición de Sikament 290N en 0.0 %, 0.70%, 0.9%, 1.2%, 1.4%, son 22.06cm, 23.10cm, 23.70cm, 25.30cm, y 25.80cm, respectivamente, El peso unitario del concreto fresco con adición de Sikament 290 N de 0.0 %, 0.70%, 0.9%, 1.2% y 1.4% fue de 2251.32 kg/cm<sup>2</sup>, 2254.36 kg/cm<sup>2</sup>, 2248.36 kg/cm<sup>2</sup>, 2244.21 kg/cm<sup>2</sup>, 2242.11 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, comprobando de esta forma la optimización de las propiedades físicas y mecánicas del Grout.

Así tenemos, **Concreto Líquido o Grout** que, “es un producto químico en polvo a base de cemento, agregados minerales y aditivos que al mezclarse con agua produce un mortero sin contracciones, de alta resistencia a la compresión y buena fluidez” (Fester, 2023), según la (Norma Técnica de Edificaciones E.070, 2019) se puede adicionar al Grout, cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos.

Para la elaboración de concreto líquido o Grout de albañilería, se tiene en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP 399.609 y 399.608. Además, (Pérez, 2019), explica que, al endurecer, el Grout debe ser capaz de transmitir uniformemente los esfuerzos de la máquina o estructura hacia la fundación, ya que, una vez en servicio, experimenta tensiones estáticas y dinámicas, que pueden ser uniaxiales, biaxiales o triaxiales. (Pérez, 2019, p.14)

**El SikaGrout – 110** será utilizado para efectos prácticos del estudio, según la ficha técnica de (Sika Perú, 2019) es un producto listo para su utilización, basado solo en la adición de agua para obtener una mezcla de alta resistencia, fluidez y autonivelación, este tipo de Grout alcanza y llega a sobrepasar los 600 kgf/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión a los 28 días, además

cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado “A”.

**La Bentonita** es una arcilla conocida por su capacidad de impermeabilidad, pues tiene la capacidad de expandirse con la humedad y disminuir considerablemente la permeabilidad de la superficie (Basán, 2017), es así que este material se utiliza en el sector de la construcción “Por un lado, para impedir el derrumbamiento de cualquier construcción y, por otro, para absorber la humedad que pudiera provocar posibles las grietas e impermeabilizarlas”. (MTT-MAXIM, 2018) entre sus principales usos se destacan como soporte en juntas de túneles, crear membranas impermeables en construcciones, como lubricante y relleno de grietas, ayuda a la estabilización y soporte en construcciones y aumenta la plasticidad del cemento.

Por demás, se entiende como **consistencia del mortero o Grout** a la manejabilidad y trabajabilidad de este, es decir a su grado de fluidez, el cual es dependiente de la fase líquida y características de los componentes sólidos.

**La permeabilidad** es la propiedad del mortero que permite el paso de agua o de otro fluido, a través de su estructura interna. El agua puede incorporarse en la masa del mortero, y en general en las albañilerías, por medio de dos mecanismos o procesos diferentes: presión hidrostática y capilaridad. (Orellana, 2002)

**La capilaridad** de un material cementante como lo es el Grout, se asocia con el movimiento de un fluido en el seno del material por la presencia de microfisuras de tamaño capilar en su estructura interior, y debido al efecto de la tensión superficial, el agua suele ascender a estos vasos por lo que el fluido escurre a través de estos poros que, al estar intercomunicados, favorecen su avance. También la **presión hidrostática** origina el flujo del agua a través de la masa del mortero. (Anfapa, 2022)

En cuanto a la **absorción del mortero**, (Construmatica, 2018) propone que, su importancia radica en que determina la permeabilidad, si el mortero es permeable al agua, esta se transmitirá hacia el interior originando la consiguiente aparición de humedades por filtración, la absorción depende de la estructura capilar del material, por tanto, cuanto más compacto sea un mortero, menor será la red capilar y, en consecuencia, menor absorción presentará.

Además, Neville et ál. (1998) explica que, la **Resistencia a compresión axial** es considerada como la característica más valiosa de la calidad de la pasta endurecida de cemento, por lo que se debe evitar la presencia de grietas, discontinuidades y poros. De acuerdo con Kosmatka (2004) la medida máxima de la resistencia a compresión ante una carga axial, se da a la edad de 28 días de las probetas y se expresa como kilogramos por centímetro cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>).

“La **resistencia a la compresión del mortero** depende en gran parte del tipo y cantidad del material cementante y de la relación agua/cemento o agua/conglomerante utilizado al prepararlo” (Orellana, 2002, p.15)

Como vemos, el Grout es un material de construcción fundamental por sus distintas aplicaciones y usos como los ya mencionados, por lo que resulta importante tener en cuenta el control de calidad que permita a través de diferentes ensayos normalizados, comprobar el adecuado funcionamiento del Grout de manera que tenga la capacidad de comportarse ante requerimientos de cargas y diagnosticar patologías que puedan llevar al colapso a una estructura o si comprometen la capacidad resistente y se debe prestar mayor importancia a investigaciones que comprueben la calidad de este material aún más, si con la finalidad de innovar y mejorar sus propiedades, se altera su composición.

En base a lo anteriormente expuesto, es necesario entender que “cuando material como el Grout incluye bentonita en su composición, se altera la relación agua/cemento y el funcionamiento de la nueva mezcla tiene variación” (Ramos & Mamede, 2022), Sin embargo, si bien la adición de bentonita disminuye la resistencia a compresión del Grout, puede agregar las capacidades de absorción, capilaridad e impermeabilidad sin suponer un mayor problema debido a que el Grout naturalmente presenta grandes capacidades de resistencia a compresión por lo que tal vez tendría una reducción mínima y despreciable.

Es por ello que en el presente estudio se plantea la adición de bentonita al Grout para mejorar sus capacidades impermeabilizantes y determinar en qué medida afecta esto a la resistencia a compresión axial del Grout.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la influencia de incorporar bentonita en porcentajes de 10%, 20% y 30% en la resistencia a la compresión axial del Grout, Cajamarca en el año 2022?

## **1.3. Objetivos**

Objetivo General:

Determinar la resistencia a la compresión axial del Grout con adición de bentonita en porcentajes de 10%, 20% y 30%, en la ciudad de Cajamarca en el año 2022.

Objetivos Específicos:

- Encontrar la dosificación de lodo bentonítico adecuada mediante ensayos de consistencia, fluidez y criterios de inspección visual.

- Elaborar 30 probetas de “SikaGrout” (probetas base), y 30 probetas de “SikaGrout con adición del 10%, 20% y 30% de lodo bentonítico”.
- Determinar la capilaridad, porcentaje de absorción y permeabilidad a los 28 días de las probetas elaboradas.
- Determinar los valores de resistencia a la compresión axial a los 7, 14 y 28 días de edad de las probetas elaboradas.
- Determinar cuál es la mejor proporción de “SikaGrout + Lodo bentonítico”.

#### **1.4. Hipótesis**

La adición de bentonita en los porcentajes de 10%, 20% y 30%, aumenta en un 10% la resistencia a la compresión axial del Grout, Cajamarca en el año 2022.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

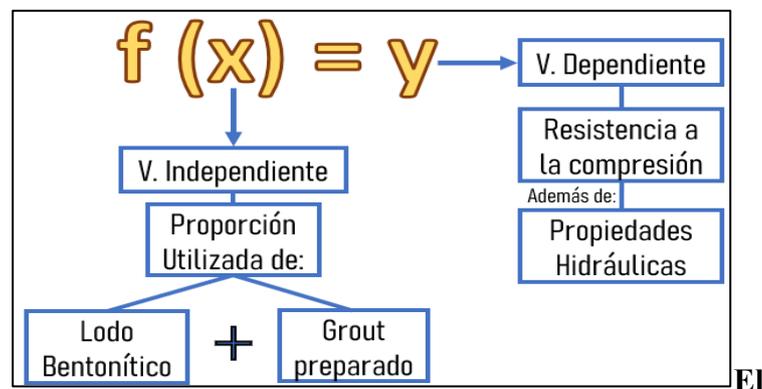
La clasificación de la presente investigación se hizo utilizando el libro: Metodología de la Investigación – Sexta edición (Hernández et al., 2014) y se presenta a continuación:

- Según el enfoque: Cuantitativo, pues las variables pueden ser medidas, se hace uso de la estadística y se hace un análisis de objetivo de los resultados generados.
- Según el alcance: Correlacional, pues permiten predicciones, se asocian variables y se cuantifican las relaciones entre estas.
- Según el propósito: Básica, pues busca producir o incrementar el conocimiento partiendo de un marco teórico.
- Según el método utilizado: Comparativa, pues se contrastan variables: básicas o iniciales con las variables obtenidas luego de realizar el experimento.

Por último, el diseño de investigación a utilizar es experimental, pues se manipulan intencionalmente las variables o se modifica la realidad con el propósito de analizar los resultados.

**Figura 1.**

*Diagrama de variables*



Los **Materiales, instrumentos y métodos.** (Población y Muestra) que se utilizaron en la presente investigación experimental, se presentan así:

**Unidad de estudio:**

La unidad de estudio de la presente investigación fueron cada una de las probetas utilizadas para los distintos ensayos realizados a lo largo del experimento.

**Población:**

La población fue en total de 120 probetas (100 cúbicas de 5cm de arista y 20 cilíndricas de diámetro de 2 1/2”) que se elaboraron y ensayaron a compresión, absorción, capilaridad y permeabilidad.

**Muestra:**

Por la naturaleza del estudio, la muestra fue la misma que la población, pues tal y como se menciona en la clasificación del estudio, se trata de un cuasi-experimento, por lo que el grupo de estudio (muestra), no se escoge de manera aleatoria (no responde a alguna fórmula probabilística), siendo una muestra no probabilística por conveniencia del investigador: “Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador” (Hernández et al., 2014, p.176).

La distribución de la muestra, así como los tratamientos realizados a esta (experimento) se muestra a continuación:

- 30 probetas base compuestas de SikaGrout + Agua según especificación técnica.

- 25 probetas cúbicas de 5cm de arista: 15 para ensayo de compresión (5 por edad); 5 para ensayo de absorción a los 28 días y 5 para ensayo de capilaridad a los 28 días.
- 5 probetas cilíndricas de 2 1/2" de diámetro x 1" para ensayo de permeabilidad a los 28 días.
- 90 probetas divididas en 3 grupos de estudio:
  - Grupo 1: (10% de lodo bentonítico) + (90% de SikaGrout + agua)
  - Grupo 2: (20% de lodo bentonítico) + (80% de SikaGrout + agua)
  - Grupo 3: (30% de lodo bentonítico) + (70% de SikaGrout + agua)

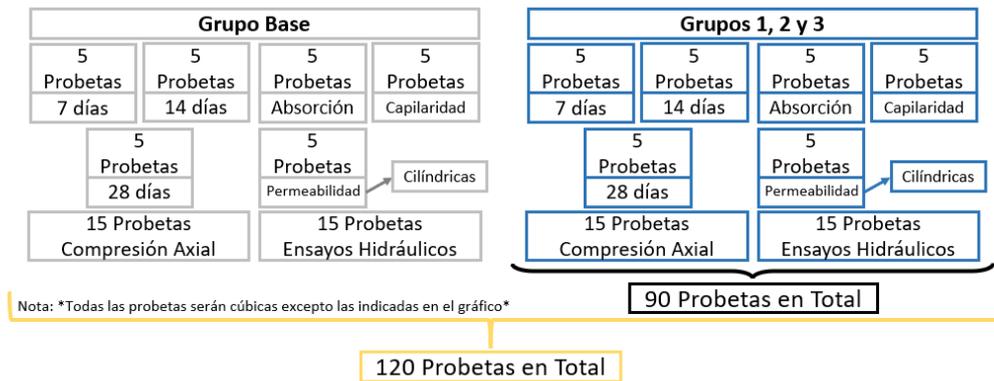
Estos grupos a su vez se subdividieron en grupos de 5, las cuales fueron ensayadas a:

- Compresión a los 7, 14 y 28 días (15 probetas por grupo: 5 por edad)
- Absorción y capilaridad a los 28 días (10 probetas por grupo: 5 probetas por ensayo)
- Permeabilidad a los 28 días (15 probetas por grupo: 5 probetas por ensayo)

Como se resume y muestra a continuación:

**Figura 2.**

*Distribución de probetas para ensayos*



Seguidamente, las **metodologías utilizadas** fueron las que se presentan a continuación.

**Metodología para la determinación de la consistencia del lodo bentonítico:**

Inicialmente se tenía previsto medir la consistencia de las mezclas con el método de cono de flujo (ASTM C 939), que presenta un mayor diámetro al cono Marshal y por lo tanto permite trabajar con mezclas más viscosas. No obstante, no se consiguió un proveedor local que proporcione el cono por lo que se realizó la medición de consistencia utilizando los equipos y procedimientos listados a continuación. Este método fue utilizado por otro investigador en su artículo “Reporte de Preparación de Mezclas Preliminares y Ensayos de Laboratorio para el Cierre de las Tuberías de drenaje” y es una variación del ensayo que postula la norma ASTM C939 “Método de prueba estándar para Flujo de lechada para concreto de agregado prepuesto” (2002, p. 1)

### **Materiales:**

- Bentonita Sódica Tierra gel: Está compuesto principalmente por mineral arcilloso de montmorillonita “absorber grandes cantidades de agua teniendo una elevada capacidad de intercambio iónico, gran absorción por el agua e hinchamiento” (Tierragel, 2021)
- Agua potable: Aquella apta para consumo humano y preparación de los alimentos.
- Moldes cúbicos de vidrio (5cm de arista): Tamaño acorde a las normas que preceden a los ensayos. Usados para la preparación del mortero: encofrado.

### **Herramientas:**

- Plataforma horizontal con tres circunferencias concéntricas marcadas, diámetros de: 60mm, 130mm y 200mm
- Tubo pequeño (cilindro de flujo) 60mm de diámetro externo x 100mm de longitud:
- Vernier o Pie de rey
- Varilla de fierro 1/2” x 35cm
- Trapos industriales
- Cuchillo
- Cinta Métrica (Wincha Metálica de 3-5m):

### **Procedimiento:**

- Realizar las mezclas del lodo bentonítico (bentonita + agua) y dejar reposar por 24 horas para hidratar la mezcla.
- Colocar la plataforma sobre una superficie horizontal y colocar el cilindro de flujo sobre la plataforma, en la circunferencia de 60mm.
- Echar la mezcla (lodo de bentonita) dentro del cilindro de flujo.

- Nivelar la superficie en el borde superior con el cuchillo y levantar el cilindro de flujo lentamente y en forma vertical.
- Utilizar el vernier para medir el diámetro en dos direcciones y reportar el promedio como la medición de consistencia.
- Para la medición del slump, colocar el cilindro de flujo a un costado de la mezcla y colocar la varilla sobre el cilindro de flujo.
- Con ayuda de la wincha medir el slump o asentamiento desde la varilla hasta la parte superior de la mezcla. Para la inspección visual correspondiente se tuvo en cuenta: estabilidad y homogeneidad de la mezcla, separación de agua, y la presencia de grumos.

#### **Para la preparación de las probetas de mortero:**

Se utilizó como guía las normas NTP 334.051-1998: CEMENTO y la ASTM C 109, en las cuales se determinan las propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de los morteros; en dicho modo operativo postula que, “la determinación de la Resistencia a la Compresión de Morteros de cemento hidráulico, utilizando especímenes cúbicos de 2 pulgadas o 50 mm” (2008, p. 1)

#### **Materiales:**

- SikaGrout 110: Acorde al mismo proveedor del producto, es una “mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología y exentos de cloruros” (Sika, 2019), cantidad suficiente.
- Bentonita sódica en cantidad suficiente
- Agua potable cantidad requerida

- Moldes de vidrio de 5cm x 5cm x 5cm, cantidad requerida.

**Herramientas:**

- Bandeja plástica o de aluminio para elaborar la mezcla
- 1 badilejo
- Destornillador plano o cruz
- 1 barra metálica liza para compactar y enrazar
- Aguja/navaja o corrector líquido para colocar nombre
- Guantes
- Cinta masking tape para etiquetar
- Plumón Indeleble
- 1 balde plástico de 4L y 1 balde plástico de 18L
- Bandeja Plástica
- Hoja reporte y lapicero

**Equipos:**

- Balanza con sensibilidad de 0.1gr
- Mezclador de pintura Einhell TC-MX 1200W
- Estufa, temperatura de  $100 \pm 10^{\circ}$  C
- Probeta con precisión de 1 ml
- Cronómetro
- Cámara fotográfica

**Procedimiento:**

- Se prepararán las mezclas correspondientes para el experimento según se requiera:
  - SikaGrout 110 + agua según especificación técnica para las probetas base.
  - Lodo bentonítico (consistencia seleccionada previamente) y SikaGrout 110 + agua según especificación técnica; en las proporciones a estimarse para el experimento.
- Para el llenado de los moldes cúbicos de vidrio: Se coloca una capa 1” de espesor aprox. en cada uno de los cubos, y se apisonan con 32 golpes que se aplican sobre la superficie, en 4 etapas de 8 golpes haciendo un giro de 90° a los moldes. Se repite este proceso hasta completar el molde.
- Al finalizar el vaciado y su respectiva compactación, las caras superiores de los cubos (mortero) deben quedar un poco más altas que el borde superior de los moldes de vidrio. Se alisa la superficie con la barra de metal, retirando el mortero sobrante con un movimiento de vaivén.

### **Para la determinación de la resistencia a la compresión de morteros**

Se utilizó como base las normas NTP 334.051-1998: CEMENTO y la ASTM C 109, en las cuales se determina la resistencia a compresión de morteros; así como, las propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de los mismos; dicho modo operativo postula que, “la determinación de la Resistencia a la Compresión de Morteros de cemento hidráulico, utilizando especímenes cúbicos de 2 pulgadas o 50 mm” (2008, p. 1)

### **Materiales:**

- Probetas cúbicas (5cm de arista) normalizadas para el ensayo a compresión

- Trozos de papel de 6x6cm

**Herramientas:**

- Vernier o Pie de rey
- Wincha metálica
- Hoja de reporte

**Equipos:**

- Cronómetro
- Termómetro ambiental
- Prensa hidráulica 100 Tn. f
- Balanza capacidad 8kg
- Cámara fotográfica

**Procedimiento:**

- Determinar las dimensiones promedio de la probeta, es decir el valor promedio del largo, ancho y largo, con un mínimo de 3 lecturas por lado; para garantizar un valor más cercano de la dimensión real a deformar.
- Verificar que las caras a comprimir sean las más paralelas (caso contrario, uniformizarlas), para evitar anomalías en la medición de la máquina (deformación inicial sin carga registrada).
- Colocar la probeta en la prensa y a su vez un trozo de papel de 1mm de espesor en las caras a comprimir, para evitar el contacto directo del acero con el mortero.

- Registrar el tiempo del ensayo y observar las fallas producidas hasta la rotura del mortero. Anotar la carga en el tiempo y la carga de rotura.
- Extraer la probeta de la máquina y dibujar o fotografiar el tipo de falla producido, luego determinar los cálculos correspondientes en gabinete.

$$\sigma_{ci} = \frac{\text{Carga } i}{A_r}$$

Donde:

$A_r$ : Área resistente en cm<sup>2</sup>

$\sigma_{ci}$ : Esfuerzo a la compresión  $i$

$$V_e = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Tiempo total}}$$

Donde:

$V_e$ : Velocidad del ensayo (kg.f/s)

Nota\*: La velocidad no será mayor de 7000 kg.f/ cm<sup>2</sup>por minuto o 116 kg.f/ cm<sup>2</sup> por segundo.

### **Para la determinación de la capilaridad del mortero**

Se utilizó como base las normas NTP 334.051-1998: CEMENTO y la ASTM C 109, en las cuales se determinan las propiedades físicas, hidráulicas y mecánicas de los morteros.

### **Materiales:**

- Probetas cúbicas (5cm de arista) normalizadas para el ensayo a compresión

**Herramientas:**

- Vernier
- Mandil
- Wincha
- Bandeja metálica
- Hoja de reporte
- Bandeja de plástico de fondo plano, altura mínima 9cm

**Equipos:**

- Balanza de 300g min.
- Horno de 50 L, temperatura  $100^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$
- Termómetro ambiental
- Cronómetro
- Cámara fotográfica

**Procedimiento:**

- Medir las probetas con vernier y determinar el promedio de cada dimensión (3 lecturas como mínimo)
- Colocar en el Horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas y determinar el peso seco de la muestra.
- Marcar altura de 1cm en las probetas de mortero desde su base.
- Colocar las muestras de mortero sobre tacos de espesor=0.5 o 1cm, en la bandeja,

- Verter el agua hasta que alcance la marca de 1cm de la probeta y dejar por 3 horas.
- Sacar las muestras y secar las caras con cuidado. Obtener el peso del mortero con el agua absorbida y por diferencia de pesos obtener el peso del agua absorbida (P).
- Medir el fleco capilar en cm<sup>2</sup>: área humedecida a partir del 01 cm marcado (S).
- Determinar la capilaridad mediante la expresión:

$$S = 2(a + b) * h_i ; \quad k = \frac{P * t}{S}$$

Donde:

a: ancho promedio de la muestra

b: profundidad o largo promedio de la muestra

h<sub>i</sub>: altura que alcanza la humedad sobre el 01cm marcado

P: peso del agua absorbida (gr)

S: área lateral del fleco capilar (cm<sup>2</sup>)

t: tiempo de exposición en el agua (min)

### **Para la determinación de la absorción del mortero**

Se utilizó como base las norma ASTM C 642, en la cual se determina el grado de absorción de las muestras.

### **Materiales:**

- Probetas cúbicas (5cm de arista) normalizadas para el ensayo a compresión

### **Herramientas:**

- Hoja de reporte

- Balde de 18L

**Equipos:**

- Balanza de 300gr min.
- Horno de 50Lt. Temperatura 100 ± 5° C
- Termómetro ambiental

**Procedimiento:**

- Colocar en el Horno a una temperatura de 100°C ± 5°C por 24 horas y determinar el peso seco de la muestra.
- Colocar dentro del agua y tomar los pesos en los siguientes tiempos: 10 min, 20min, 30min, 60min, 2horas,10horas – 16 horas, y 24 horas.
- Obtener peso saturado de cada muestra para cada uno de los 7 tiempos y determinar el grado de absorción mediante la siguiente expresión:

$$G.A\% = \frac{P \text{ sat} - P \text{ sec}}{P \text{ sec}} * 100$$

- Graficar la curva de incremento de la absorción: eje x = tiempo en minutos, eje y = grado de absorción %.

**Para la determinación de la permeabilidad del mortero**

Se tomo como guía el procedimiento utilizado en la tesis “Efecto de un aditivo hidrófugo en la permeabilidad de un mortero de cemento/arena”; donde dicho procedimiento incluyendo los materiales y equipos utilizados para determinar la permeabilidad de un mortero ha dado resultados satisfactorios que han sido aprobados. (Henry, 2014).

### **Materiales:**

- 3 probetas (min) de 2 1/2" de diámetro y 1" de alto.
- 1 molde de 2" de diámetro y 1m de alto, de PVC.
- 1 abrazadera metálica de 2" de diámetro.
- 1 ligadura de jebe.

### **Herramientas:**

- Vernier o Pie de rey
- Wincha
- Hoja de reporte
- Probeta graduada
- Destornillador

### **Equipos:**

- Balanza de precisión  $\pm 0.01$ gr
- Horno de 50Lt. Temperatura  $100 \pm 5^\circ$  C
- Termómetro ambiental
- Cámara fotográfica

### **Procedimiento:**

- Medir las muestras con el vernier y determinar el promedio de diámetro y altura. Saturar las muestras por mínimo una hora.
- Colocar la muestra dentro el tubo (permeámetro), con la ligadura alrededor de la muestra para evitar la fuga de agua por las paredes.

- Ajustar por fuera del tubo con la abrazadera, apretándolo para evitar fugas de agua.
- Colocar en posición vertical (muestra hacia abajo) y verter agua, dejando un margen libre de 1 o 2 cm del borde superior.
- Colocar en la base un depósito que acumule el agua que vaya pasando y dejar así por 5 días.
- Medir la cantidad de agua en una probeta que ha percolado por la muestra de mortero y proceder con los cálculos de gabinete correspondientes.

$$K = Q/A/t$$

Donde: K: permeabilidad (ml/cm<sup>2</sup>/seg)

Q: cantidad de agua percolada

A: área a través de la cual ha pasado el agua

t: tiempo del ensayo

En síntesis, el **Procedimiento General** del experimento llevado a cabo para el presente trabajo de investigación fue el siguiente:

1. Se seleccionó el Grout a utilizar, el cual fue el SikaGrout 110, así como el material a adicionar al mismo, en este caso fue la bentonita por sus propiedades hidráulicas y distintas aplicaciones.
2. Se mezcló bentonita + agua en 12 proporciones diferentes las cuales se dejaron reposar por 24 horas y se determinó la proporción más adecuada, para esto se realizó la prueba de consistencia y criterios de inspección visual: estabilidad, homogeneidad, separación

de agua y presencia de grumos, también se tomó en cuenta la cantidad de agua requerida (prefiriéndose la mínima necesaria).

**Tabla 1.**

*Dosificaciones de bentonita y agua*

Muestra	Dosificación			
	Bentonita		Agua	
	Cant.	Und	Cant.	Und
1	2.5	kg	0.20	L
2	2.5	kg	0.35	L
3	2.5	kg	0.50	L
4	2.5	kg	0.54	L
5	2.5	kg	0.56	L
6	2.5	kg	0.58	L
7	2.5	kg	0.60	L
8	2.5	kg	0.62	L
9	2.5	kg	0.63	L
10	2.5	kg	0.65	L
11	2.5	Kg	0.75	L
12	2.5	Kg	0.80	L
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>kg</b>	<b>8.75</b>	<b>L</b>

**Nota:** La tabla muestra las cantidades de bentonita (kg) y agua (litros) que se han utilizado para encontrar la dosificación adecuada de la bentonita para las mezclas de acuerdo a los parámetros descritos anteriormente.

3. Se preparó la lechada de bentonita (bentonita más agua) y se dejó reposar por 24 horas.
4. Se procedió con la preparación del SikaGrout + agua en la proporción indicada por especificación técnica del producto en cuestión y la elaboración de las 30 probetas base.
5. Se construyeron 3 grupos de estudio los cuales constaron en diferentes proporciones de: lodo bentonítico (proporción seleccionada) + SikaGrout preparado. Se elaboraron las

probetas requeridas (28 por grupo). Tal y como se indica en la sección “Población y Muestra”.

6. Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión axial al total de 60 probetas.

Se realizaron también los ensayos de: absorción, capilaridad y permeabilidad a:

- 15 probetas base a la edad de 28 días
- 15 probetas de cada grupo de estudio a la edad de 28 días (como lo indican los protocolos de las metodologías utilizadas, además la edad mínima para el ensayo de capilaridad es de 7 días) tal y como se muestra en la Figura N°02.

7. Se contrastaron los resultados de las probetas base con las probetas de los 3 grupos de estudio en materia de: compresión axial, absorción, capilaridad y permeabilidad. Para su posterior análisis de datos mediante: promedios, sumatorias, variaciones porcentuales, variaciones estándar, tablas y gráficos (dispersión y barras).

Así, las **consideraciones éticas** que se tuvieron presentes, se exponen a continuación:

- **No coacción:** pues no se pretendió manipular, amenazar o presionar a ninguno de los involucrados con la presente tesis en beneficio del investigador ni de nadie.
- **Integridad:** con los resultados obtenidos, garantizando que no fueron manipulados en beneficio o interés de ninguna persona o entidad.
- **Confidencialidad de los datos:** no se revelaron datos de ningún tipo o nivel sin previo consentimiento explícito.
- **Protección del medio ambiente:** Se tuvieron prácticas y acciones pertinentes, para el correcto desecho de los residuos que dejó atrás la realización del experimento.

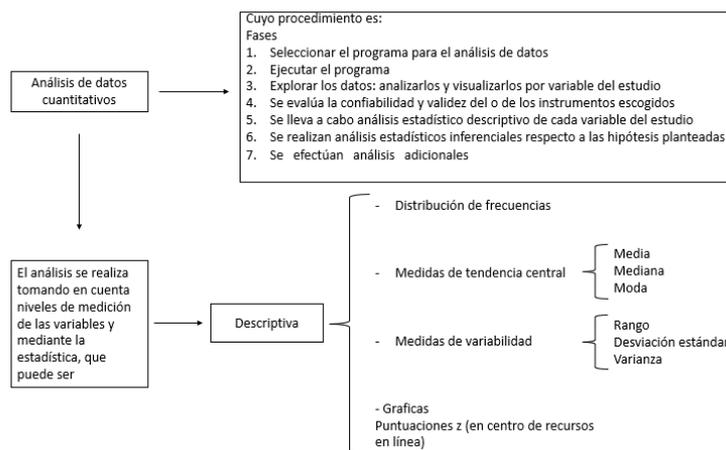
Finalmente, el **Análisis de Datos** correspondiente fue de tipo estadístico, cuantitativo y descriptivo: se hizo uso de promedios, sumatorias, variaciones porcentuales, variaciones estándar, tablas y gráficos (dispersión y barras). El instrumento que ayudó a llevar a cabo dicho análisis fue el software Microsoft Excel, por medio de tablas y gráficas que permitieron el cálculo, ordenamiento y comprensión del análisis de los resultados obtenidos.

Cabe recalcar que las comparaciones mencionadas, las cuales dieron origen al análisis comparativo pertinente, se hicieron en relación a las 28 probetas base hechas a base de únicamente SikaGrout 110 + agua (en cantidad requerida por especificación técnica).

Luego, **la validez del análisis de datos** utilizado se respaldó con lo expresado por Fernández y Baptista (2014), donde encontramos las herramientas para el análisis de datos cuantitativos.

**Figura 3.**

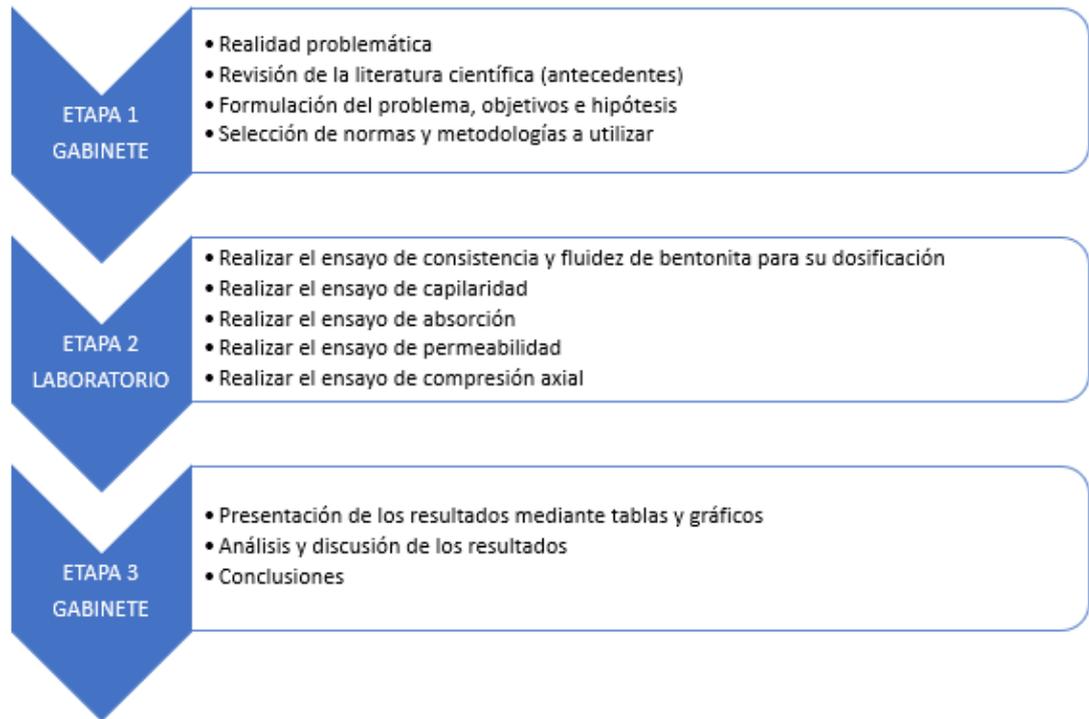
*Herramientas para el análisis de datos cuantitativos*



Nota: Tomado de *Metodología de la Investigación – 6ta Edición (p. 271), por Fernández y Baptista, 2014, McGrawHillEducation.*

**Figura 4.**

*Flujograma de procesos*



Nota: La figura muestra los procesos que se ha seguido para realizar el presente informe

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

**Dosificación de la bentonita:** De acuerdo con los datos obtenidos de los ensayos de dosificación realizados; se determinó, la mejor consistencia de la bentonita para el diseño de mezcla.

**Tabla 2.**

*Dosificación de la bentonita*

N° ENSAYO	AGUA BENTONITA		OBSERVACION	CONSISTENCIA DE FLUJO SLUMP	
	ml	kg		mm	mm
1	200	2.5	seco con grumos	-	-
2	350	2.5	seco con grumos	-	-
3	500	2.5	plástico seco con grumos	-	-
4	540	2.5	plástico seco con grumos	-	-
5	560	2.5	plástico seco sin grumos	-	-
6	580	2.5	plástico sin grumos	108.20	39.00
7	600	2.5	plástico sin grumos	100.50	60.00
8	620	2.5	plástico sin grumos	115.10	62.00
<b>9</b>	<b>630</b>	<b>2.5</b>	<b>fluido sin grumos</b>	<b>118.92</b>	<b>65.00</b>
10	650	2.5	fluido sin grumos	121.54	67.50
11	750	2.5	fluido sin grumos	149.18	90.00
12	800	2.5	fluido sin grumos	151.48	97.00

**Nota:** La tabla muestra los resultados de los ensayos realizados a 12 tipos de muestras diferentes de bentonita después de 24 horas de reposo; donde se analizó, el estado de la mezcla, la consistencia y su asentamiento, determinando que la mezcla más óptima fue la del ensayo N°9.

**Diseño de mezcla:** Determinando como mejor consistencia para la dosificación de la bentonita el ensayo N° 09 se realizó el diseño de mezcla para las tres proporciones de bentonita deseada.

### Mezcla Base

**Tabla 3.**

*Volumen total de mezcla base*

<b>Muestra</b>	<b>Vol</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vol Parcial (Litros)</b>
Cubos	0.000125	25	3.1250
Cilindros	8.296E-05	5	0.4148
Vol. Total			3.5398
<b>10% desperdicio</b>			<b>3.8938</b>

Considerando: 4 Litros de mezcla preparada  
Consumo SikaGrout: 2.13 kg/l  
Se requiere: 8.52 kg de SikaGrot para 4 litros de mezcla

De acuerdo con la especificación técnica del material

Para 1 bolsa de SikaGrout = 30 kg  
Se requiere = 3.3 l(agua)/bolsa de SikaGrout  
Por lo tanto, para: 8.52 kg de SikaGrout  
Se requiere: 0.9372 L  
0.94 L de agua

Proporción al mezclar

1° el 80% = 0.752  
2° resto = 0.1852 +/- 0.05 ml

### Mezcla I

Considerando: 4 Litros de mezcla preparada  
Consumo SikaGrout: 2.13 kg/l

Proporción de la mezcla



Para la mezcla de Bentonita:

De acuerdo con la especificación técnica del material (BENTONITA SODICA TIERRAGEL)

Dosificación Bentonita 3.968 (resultado del ensayo de dosificación)  
 Para 0.8 L de mezcla 3.1744 kg de bentonita

Para la mezcla de SikaGrout:

Para 1 bolsa de SikaGrout = 30 kg  
 Se requiere = 3.3 l(agua)/bolsa  
 Por lo tanto, para: 6.816 kg  
 Se requiere: 0.74976 L  
 0.75 L de agua

Proporción al mezclar

1° 80% = 0.6  
 2° resto = 0.15 +/- 0.05 ml

**Mezcla III**

Considerando: 4 Litros de mezcla preparada  
 Consumo Sika: 2.13 kg/l

Proporción de la mezcla

**70% SikaGrout 2.8 Litros de Sika**  
**30% Bentonita 1.2 Litros de Bentonita**  
 Se requiere: 5.964 kg de SikaGrout para 4 litros de mezcla SikaGrout

Para la mezcla de Bentonita:

De acuerdo con la especificación técnica del material (BENTONITA SODICA TIERRAGEL)

De acuerdo con la especificación técnico del material

Dosificación Bentonita 3.968 (resultado del ensayo de dosificación)



**Capilaridad:** De acuerdo con los datos obtenidos en laboratorio, los valores de capilaridad a los 28 días de curado de cada espécimen según el tipo de mezcla son:

**Tabla 5.**

*Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla base (SikaGrout)*

<b>ESPÉCIMEN N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso seco (gr)	299.7	291.6	293.7	289.4	292.9
Peso muestra absorbida (gr)	304.4	297.5	300.6	294.3	297.7
Agua absorbida (P)	4.7	5.9	6.9	4.9	4.8
Ancho prom. (cm)	5.08	5	5.02	5.036	5.138
Profundidad (cm)	5.01	5.03	5.01	5.05	5.12
Altura fleco (cm)	2.36	2.625	2.4	2.145	2.35
Área fleco capilar (S) (cm <sup>2</sup> )	47.6248	52.6575	48.144	43.26894	48.2126
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad (gr.seg/cm <sup>2</sup> )	17.76	20.17	25.80	20.38	17.92
<b>Capilaridad prom.</b>					<b>20.41</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>3.25</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>					<b>15.93</b>

**Nota:** La tabla muestra el resultado promedio de la capilaridad para las cinco muestras de la mezcla base (SikaGrout) a los 28 días.

**Tabla 6.**

*Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita)*

<b>ESPÉCIMEN N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso seco (gr)	264.6	267.6	276.3	281	274
Peso muestra absorbida (gr)	273.5	277.9	285.5	290.7	283.1
Agua absorbida (P)	8.9	10.3	9.2	9.7	9.1
Ancho prom. (cm)	5	5	5.04	5.098	4.992
Profundidad (cm)	4.99	4.97	5.02	5.08	5
Altura fleco (cm)	1.156	1.176	1.161	1.1575	1.168

Área fleco capilar (S) (cm <sup>2</sup> )	23.09688	23.44944	23.35932	23.56207	23.341312
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad (gr.seg/cm <sup>2</sup> )	69.36	79.06	70.89	74.10	70.18
<b>Capilaridad prom.</b>					<b>72.72</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>3.98</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>5.47</b>

**Nota:** La tabla muestra el resultado promedio de la capilaridad para las cinco muestras de la mezcla mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 28 días.

**Tabla 7.**

*Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita)*

ESPÉCIMEN N°	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	248.7	250.5	251.7	255.8	256.2
Peso muestra absorbida (gr)	268.9	268.4	270.2	274.4	273.6
Agua absorbida (P)	20.2	17.9	18.5	18.6	17.4
Ancho prom. (cm)	5.06	5	4.93	5	5.02
Profundidad (cm)	5.03	5.02	4.9	5.018	5
Altura fleco (cm)	1.75	1.68	1.655	1.76	1.74
Área fleco capilar (S) (cm <sup>2</sup> )	35.315	33.6672	32.5373	35.26336	34.8696
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad (gr.seg/cm <sup>2</sup> )	102.96	95.70	102.34	94.94	89.82
<b>Capilaridad prom.</b>					<b>97.15</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>5.51</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>5.67</b>

**Nota:** La tabla muestra el resultado promedio de la capilaridad para las cinco muestras de la mezcla mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 28 días.

**Tabla 8.**

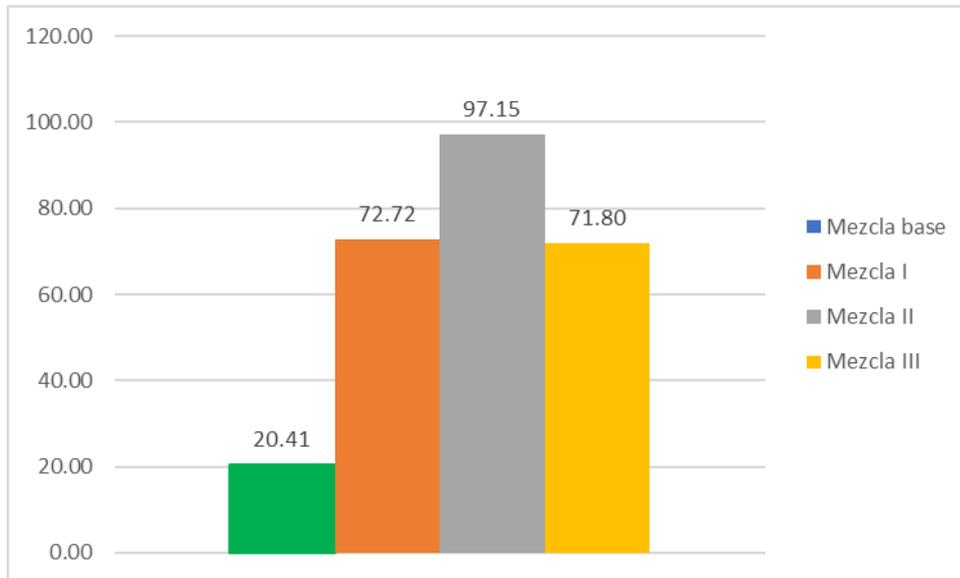
*Resultados de la capilaridad de los especímenes de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita)*

ESPECÍMEN N°	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	226.3	229.7	221.5	227.8	236.8
Peso muestra absorbida (gr)	258.7	259.7	258.4	261.2	264.2
Agua absorbida (P)	32.4	30	36.9	33.4	27.4
Ancho prom. (cm)	5.06	5.06	5.03	5.07	4.92
Profundidad (cm)	5.04	4.99	5	5	4.97
Altura fleco (cm)	4.04	3.99	4	4	3.97
Área fleco capilar (S) (cm <sup>2</sup> )	81.608	80.199	80.24	80.56	78.5266
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad (gr.seg/cm <sup>2</sup> )	71.46	67.33	82.78	74.63	62.81
Capilaridad prom.					71.80
Desviación estándar					7.57
Coefficiente de variación					10.55

**Nota:** La tabla muestra el resultado promedio de la capilaridad para las cinco muestras de la mezcla mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 28 días.

**Figura 5.**

*Comparación de la capilaridad de los cuatro tipos de mezcla*



**Nota:** La figura muestra los valores obtenidos de la capilaridad en comparación para los cuatro tipos de mezclas.

**Absorción:** De acuerdo con los pesos tomados en los diferentes tiempos establecidos obtenidos en laboratorio, se determinó el porcentaje de absorción de las muestras a los 28 días de curado de cada mezcla.

**Tabla 9.**

*Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla base (SikaGrout)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr/t min)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
BASE (B) -1	285.20	289.60	291.70	292.60	293.50	294.90	295.20	295.63	296.20
BASE (B) -2	291.90	296.40	298.40	299.40	300.40	301.90	302.20	302.59	303.10
BASE (B) -3	296.90	301.00	302.80	303.50	304.20	305.50	305.80	306.19	306.70
BASE (B) -4	294.20	297.90	299.40	300.20	300.90	302.20	302.60	302.99	303.50
BASE (B) -5	285.20	289.30	291.30	292.40	293.50	295.20	295.40	295.87	296.50

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en peso saturado (gr) por cada tiempo (10, 20, 30, 60, 120, 600, 960 y 1440 minutos) de las cinco muestras.

**Tabla 10.**

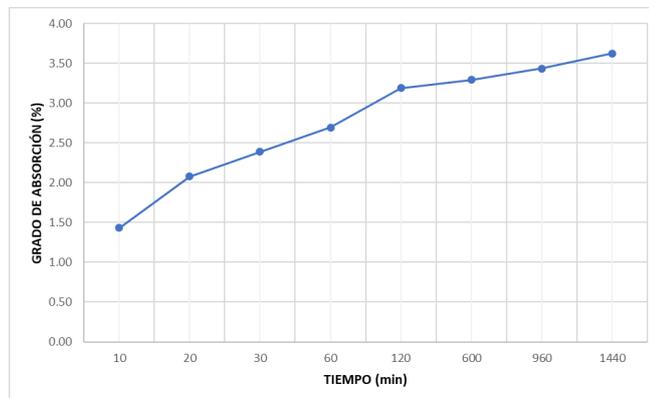
*Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla base (SikaGrout)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	GRADO DE ABSORCIÓN (%)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
BASE (B) -1	285.20	1.54	2.28	2.59	2.91	3.40	3.51	3.66	3.86
BASE (B) -2	291.90	1.54	2.23	2.57	2.91	3.43	3.53	3.66	3.84
BASE (B) -3	296.90	1.38	1.99	2.22	2.46	2.90	3.00	3.13	3.30
BASE (B) -4	294.20	1.26	1.77	2.04	2.28	2.72	2.86	2.99	3.16
BASE (B) -5	285.20	1.44	2.14	2.52	2.91	3.51	3.58	3.74	3.96
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.43</b>	<b>2.08</b>	<b>2.39</b>	<b>2.69</b>	<b>3.19</b>	<b>3.29</b>	<b>3.43</b>	<b>3.62</b>

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en porcentajes del grado de absorción de las muestras en relación del peso saturado y peso seco por cada tiempo (minutos); además, se observa que el mayor grado de absorción promedio es de 3.62% en un tiempo de 1440 minutos.

**Figura 6.**

*Porcentaje de absorción promedio de la mezcla base (SikaGrout)*



**Nota:** La figura muestra el comportamiento de las muestras en cuanto a su grado de absorción en donde se observa que a mayor tiempo de saturación se tiene un mayor grado de absorción hasta llegar a su porcentaje máximo.

**Tabla 11.**

*Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr/t min)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 1 (M1) -1	260.90	265.30	268.00	270.00	272.00	275.10	275.70	276.26	277.00
MEZCLA 1 (M1) -2	259.70	264.40	267.60	270.30	273.20	277.40	277.90	278.07	278.30
MEZCLA 1 (M1) -3	258.20	262.10	265.00	267.40	270.40	275.20	275.90	276.29	276.80
MEZCLA 1 (M1) -4	271.60	276.20	279.30	281.40	283.50	286.40	286.90	287.37	288.00
MEZCLA 1 (M1) -5	268.80	273.60	276.80	279.40	282.50	286.60	287.10	287.40	287.80

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en peso saturado (gr) por cada tiempo (10, 20, 30, 60, 120, 600, 960 y 1440 minutos) de las cinco muestras.

**Tabla 12.**

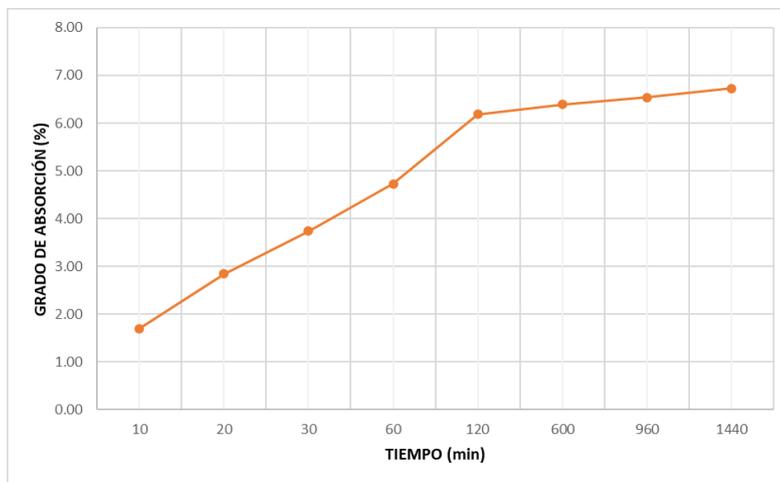
*Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	GRADO DE ABSORCIÓN (%)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 1 (M1) -1	260.90	1.69	2.72	3.49	4.25	5.44	5.67	5.89	6.17
MEZCLA 1 (M1) -2	259.70	1.81	3.04	4.08	5.20	6.82	7.01	7.07	7.16
MEZCLA 1 (M1) -3	258.20	1.51	2.63	3.56	4.73	6.58	6.86	7.00	7.20
MEZCLA 1 (M1) -4	271.60	1.69	2.84	3.61	4.38	5.45	5.63	5.81	6.04
MEZCLA 1 (M1) -5	268.80	1.79	2.98	3.94	5.10	6.62	6.81	6.92	7.07
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.70</b>	<b>2.84</b>	<b>3.74</b>	<b>4.73</b>	<b>6.18</b>	<b>6.40</b>	<b>6.54</b>	<b>6.73</b>

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en porcentajes del grado de absorción de las muestras en relación del peso saturado y peso seco por cada tiempo (minutos); además, se observa que el mayor grado de absorción promedio es de 6.73% en un tiempo de 1440 minutos.

**Figura 7.**

*Porcentaje de absorción promedio de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita)*



**Nota:** La figura muestra el comportamiento de las muestras en cuanto a su grado de absorción en donde se observa que a mayor tiempo de saturación se tiene un mayor grado de absorción hasta llegar a su porcentaje máximo.

**Tabla 13.**

*Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr/t min)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 2 (M1) -1	243.80	254.80	260.90	263.80	265.80	267.40	267.60	267.77	268.00

MEZCLA 2 (M1) -2	253.90	265.90	272.10	275.20	277.50	279.00	279.10	279.27	279.50
MEZCLA 2 (M1) -3	251.00	261.80	267.30	270.00	272.10	274.40	274.60	274.73	274.90
MEZCLA 2 (M1) -4	249.20	258.80	264.00	266.30	268.20	270.10	270.30	270.51	270.80
MEZCLA 2 (M1) -5	253.00	264.60	271.30	274.80	277.00	278.60	278.70	278.83	279.00

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en peso saturado (gr) por cada tiempo (10, 20, 30, 60, 120, 600, 960 y 1440 minutos) de las cinco muestras.

**Tabla 14.**

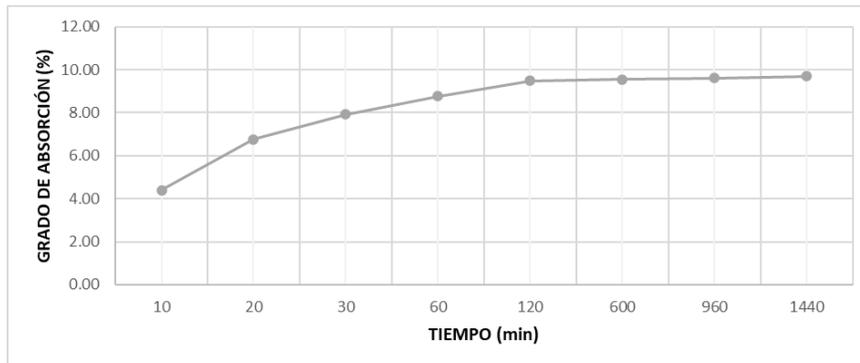
*Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	GRADO DE ABSORCIÓN (%)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 2 (M1) -1	243.80	4.51	7.01	8.20	9.02	9.68	9.76	9.83	9.93
MEZCLA 2 (M1) -2	253.90	4.73	7.17	8.39	9.29	9.89	9.93	9.99	10.08
MEZCLA 2 (M1) -3	251.00	4.30	6.49	7.57	8.41	9.32	9.40	9.45	9.52
MEZCLA 2 (M1) -4	249.20	3.85	5.94	6.86	7.62	8.39	8.47	8.55	8.67
MEZCLA 2 (M1) -5	253.00	4.58	7.23	8.62	9.49	10.12	10.16	10.21	10.28
<b>PROMEDIO</b>		<b>4.40</b>	<b>6.77</b>	<b>7.93</b>	<b>8.77</b>	<b>9.48</b>	<b>9.54</b>	<b>9.61</b>	<b>9.70</b>

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en porcentajes del grado de absorción de las muestras en relación del peso saturado y peso seco por cada tiempo (minutos); además, se observa que el mayor grado de absorción promedio es de 9.70% en un tiempo de 1440 minutos.

**Figura 8.**

*Porcentaje de absorción promedio de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita)*



**Nota:** La figura muestra el comportamiento de las muestras en cuanto a su grado de absorción en donde se observa que a partir de los 120 minutos de saturación se tiene un aumento mínimo de absorción hasta llegar a su porcentaje máximo.

**Tabla 15.**

*Peso saturado por tiempo de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr/t min)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 3 (M1) -1	212.80	233.80	245.10	249.30	250.00	250.60	250.70	250.91	251.20
MEZCLA 3 (M1) -2	228.20	244.50	256.00	262.30	263.50	263.90	264.00	264.17	264.40
MEZCLA 3 (M1) -3	221.40	241.30	253.70	258.40	259.30	259.80	259.90	260.07	260.30
MEZCLA 3 (M1) -4	225.10	247.90	257.60	260.00	260.70	261.60	261.70	261.91	262.20
MEZCLA 3 (M1) -5	225.00	243.30	254.00	259.20	261.10	261.40	261.50	261.63	261.80

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en peso saturado (gr) por cada tiempo (10, 20, 30, 60, 120, 600, 960 y 1440 minutos) de las cinco muestras.

**Tabla 16.**

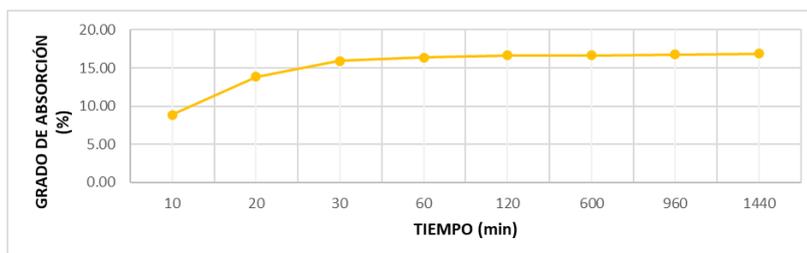
*Porcentaje de absorción promedio por tiempo de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita)*

MUESTRA	PESO SECO (gr)	GRADO DE ABSORCIÓN (%)							
		10	20	30	60	120	600	960	1440
MEZCLA 3 (M1) -1	212.80	9.87	15.18	17.15	17.48	17.76	17.81	17.91	18.05
MEZCLA 3 (M1) -2	228.20	7.14	12.18	14.94	15.47	15.64	15.69	15.76	15.86
MEZCLA 3 (M1) -3	221.40	8.99	14.59	16.71	17.12	17.34	17.39	17.47	17.57
MEZCLA 3 (M1) -4	225.10	10.13	14.44	15.50	15.82	16.22	16.26	16.35	16.48
MEZCLA 3 (M1) -5	225.00	8.13	12.89	15.20	16.04	16.18	16.22	16.28	16.36
<b>PROMEDIO</b>		<b>8.85</b>	<b>13.86</b>	<b>15.90</b>	<b>16.39</b>	<b>16.63</b>	<b>16.67</b>	<b>16.75</b>	<b>16.86</b>

**Nota:** Esta tabla muestra los resultados en porcentajes del grado de absorción de las muestras en relación del peso saturado y peso seco por cada tiempo (minutos); además, se observa que el mayor grado de absorción promedio es de 16.86% en un tiempo de 1440 minutos.

**Figura 9.**

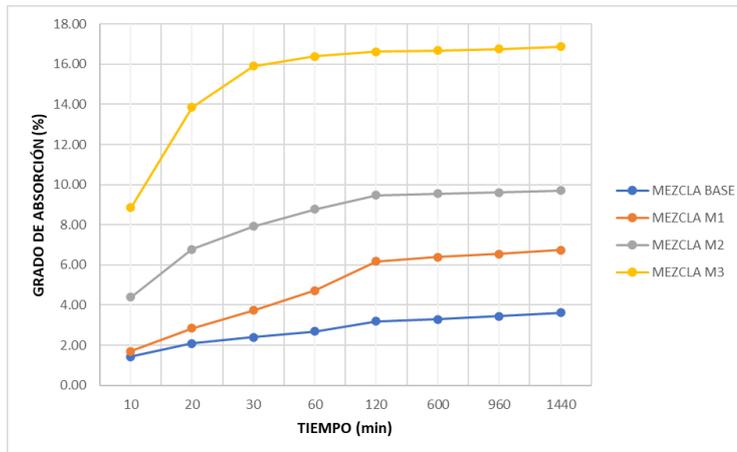
*Porcentaje de absorción promedio de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita)*



**Nota:** La figura muestra el comportamiento de las muestras en cuanto a su grado de absorción en donde se observa que a partir de los 60 minutos de saturación se tiene un aumento mínimo de absorción hasta llegar a su porcentaje máximo.

**Figura 10.**

*Comparación del porcentaje de absorción promedio de las mezclas*



**Nota:** La figura muestra que las muestras que presentan mayor grado de absorción de agua son las de la Mezcla III, las cuales poseen 70% SikaGrout y 30% Bentonita.

**Permeabilidad:** De acuerdo con los datos obtenidos en laboratorio a los 28 días de curado, las muestras se comportan de manera impermeable a excepción de las muestras de la mezcla III que poseen un 30% de lechada de bentonita y un 70% de lechada de grout.

**Tabla 17.**

*Permeabilidad promedio de la mezcla base (SikaGrout) a los 28 días*

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	QUANTIDAD DE AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
B1	6.512	2.543	33.31	432000	0	0
B2	6.526	2.545	33.45	432000	0	0
B3	6.524	2.542	33.43	432000	0	0
B4	6.512	2.542	33.31	432000	0	0
B5	6.532	2.544	33.51	432000	0	0
<b>K PROMEDIO</b>						0

**Nota:** La tabla muestra la cantidad de agua percolada durante los cinco días de ensayo. Se observa que en todo el tiempo del ensayo no ha percolado agua lo que indica que el estado de las muestras de la mezcla base es impermeable.

**Tabla 18.**

*Permeabilidad promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 28 días*

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
M1-1	6.522	2.541	33.41	432000	0	0
M1-2	6.516	2.543	33.35	432000	0	0
M1-3	6.52	2.54	33.39	432000	0	0
M1-4	6.512	2.541	33.31	432000	0	0
M1-5	6.512	2.543	33.31	432000	0	0
<b>K PROMEDIO</b>						0

**Nota:** La tabla muestra la cantidad de agua percolada durante los cinco días de ensayo. Se observa que en todo el tiempo del ensayo no ha percolado agua lo que indica que el estado de las muestras de la mezcla I en la proporción de 90% SikaGrout y 10% Bentonita es impermeable.

**Tabla 19.**

*Permeabilidad promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 28 días*

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
M2-1	6.524	2.539	33.43	432000	0	0
M2-2	6.518	2.541	33.37	432000	0	0

M2-3	6.522	2.538	33.41	432000	0	0
M2-4	6.514	2.538	33.33	432000	0	0
M2-5	6.512	2.54	33.31	432000	0	0
<b>K PROMEDIO</b>						<b>0</b>

**Nota:** La tabla muestra la cantidad de agua percolada durante los cinco días de ensayo. Se observa que en todo el tiempo del ensayo no ha percolado agua lo que indica que el estado de las muestras de la mezcla II en la proporción de 80% SikaGrout y 20% Bentonita es impermeable.

**Tabla 20.**

*Permeabilidad promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 28 días*

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
M3-1	6.514	2.546	33.33	432000	5.2	3.61189E-07
M3-2	6.508	2.538	33.26	432000	4.7	3.27061E-07
M3-3	6.516	2.538	33.35	432000	5.9	4.09559E-07
M3-4	6.504	2.542	33.22	432000	5.4	3.76235E-07
M3-5	6.502	2.544	33.20	432000	4.5	3.13722E-07
<b>K PROMEDIO</b>						<b>3.57553E-07</b>

**Nota:** La tabla muestra la cantidad de agua percolada durante los cinco días de ensayo de las muestras de la mezcla III en la proporción de 80% SikaGrout y 20% Bentonita.

**Resistencia a la compresión:** Se realizaron ensayos de compresión axial de 60 muestras de los cuatro tipos de mezclas a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Tabla 21.**

*Área efectiva de las muestras a los 7 días de edad*

<b>ESPECÍMEN</b>	<b>Lado promedio (cm)</b>	<b>Área efectiva (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>B1</b>	5.143	26.445
<b>B2</b>	5.032	25.316
<b>B3</b>	5.025	25.246
<b>B4</b>	5.086	25.862
<b>B5</b>	5.046	25.457
<b>M1-1</b>	5.043	25.427
<b>M1-2</b>	5.004	25.040
<b>M1-3</b>	5.066	25.659
<b>M1-4</b>	5.084	25.842
<b>M1-5</b>	4.930	24.305
<b>M2-1</b>	5.011	25.113
<b>M2-2</b>	5.020	25.200
<b>M2-3</b>	4.989	24.888
<b>M2-4</b>	5.133	26.343
<b>M2-5</b>	5.061	25.616
<b>M3-1</b>	5.006	25.063
<b>M3-2</b>	4.955	24.552
<b>M3-3</b>	5.056	25.566
<b>M3-4</b>	5.053	25.528
<b>M3-5</b>	5.041	25.414

**Nota:** La tabla muestra el área efectiva de las muestras de cada tipo de mezcla resultado de la medición de la longitud promedio de cada muestra.

**Tabla 22.**

*Altura promedio de las muestras a los 7 días de edad*

<b>ESPECÍMEN</b>	<b>Altura promedio (cm)</b>
<b>B1</b>	5.138
<b>B2</b>	5.028

<b>B3</b>	5.021
<b>B4</b>	5.082
<b>B5</b>	5.042
<b>M1-1</b>	5.039
<b>M1-2</b>	5.002
<b>M1-3</b>	5.064
<b>M1-4</b>	5.082
<b>M1-5</b>	4.928
<b>M2-1</b>	5.006
<b>M2-2</b>	5.015
<b>M2-3</b>	4.984
<b>M2-4</b>	5.130
<b>M2-5</b>	5.058
<b>M3-1</b>	5.003
<b>M3-2</b>	4.950
<b>M3-3</b>	5.051
<b>M3-4</b>	5.051
<b>M3-5</b>	5.039

**Nota:** La tabla muestra los valores de altura efectiva promedio de las muestras de cada tipo de mezcla

**Tabla 23.**

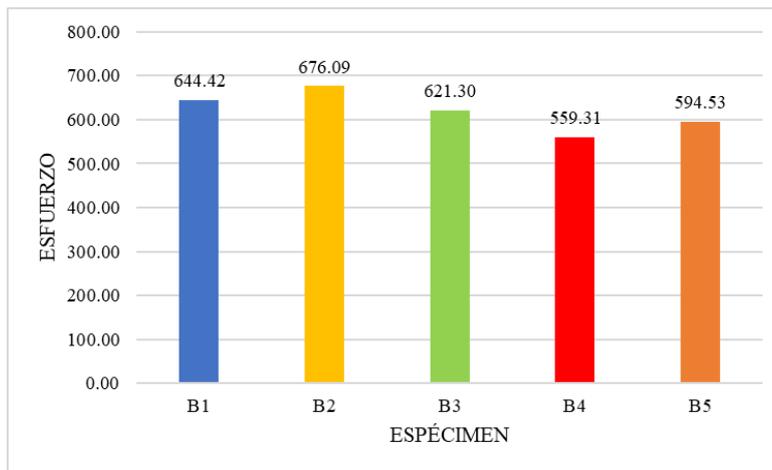
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base (SikaGrout) a los 7 días*

<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>CARGA MAX (Kg)</b>	<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\sigma</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
B1	17042	26.45	644.42
B2	17116	25.32	676.09
B3	15685	25.25	621.30
B4	14465	25.86	559.31
B5	15135	25.46	594.53
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>619.13</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>44.93</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>			<b>7.26</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla base (SikaGrout) a los 7 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 11.**

*Resistencia a la compresión de la mezcla Base (SikaGrout) a los 7 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 24.**

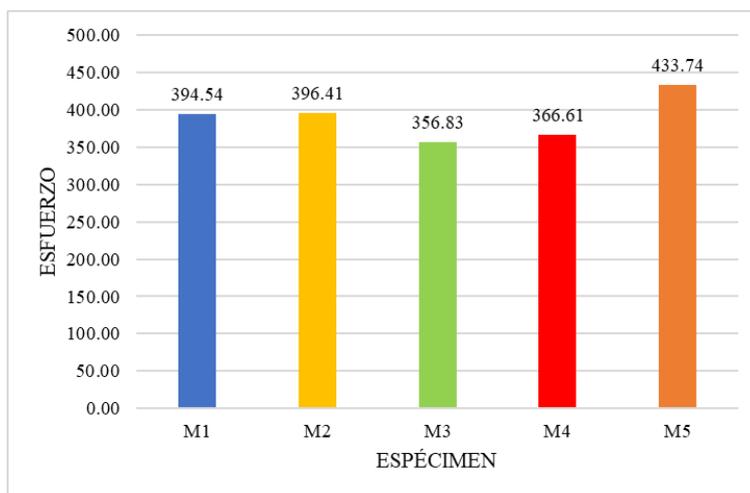
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 7 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M1-1	10032	25.43	394.54
M1-2	9926	25.04	396.41
M1-3	9156	25.66	356.83
M1-4	9474	25.84	366.61
M1-5	10542	24.30	433.74
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>389.63</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>30.09</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>			<b>7.72</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 7 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 12.**

*Resistencia a la compresión de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 7 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 25.**

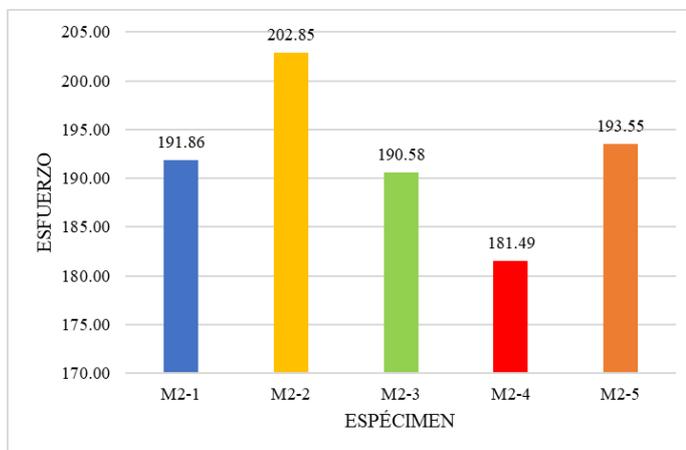
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 7 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M2-1	4818	25.11	191.86
M2-2	5112	25.20	202.85
M2-3	4743	24.89	190.58
M2-4	4781	26.34	181.49
M2-5	4958	25.62	193.55
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>192.07</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>7.63</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>3.97</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 7 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 13.**

*Resistencia a la compresión de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 7 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 26.**

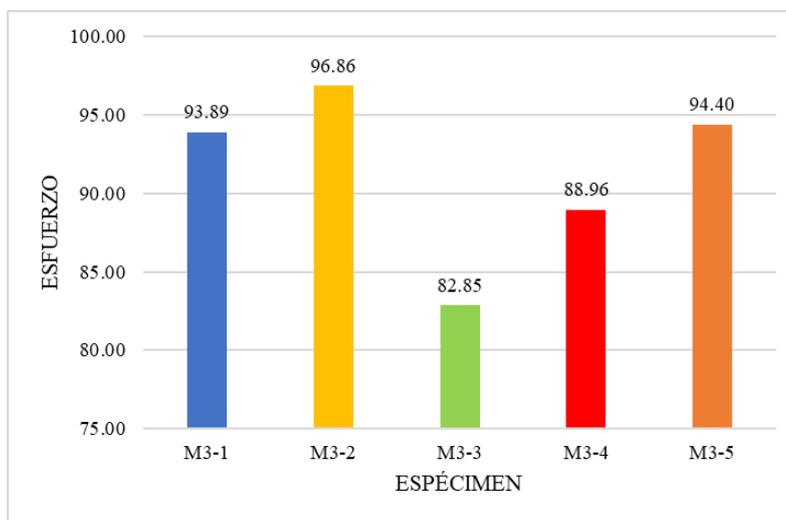
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 7 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M3-1	2353	25.06	93.89
M3-2	2378	24.55	96.86
M3-3	2118	25.57	82.85
M3-4	2271	25.53	88.96
M3-5	2399	25.41	94.40
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>91.39</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>5.57</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>6.09</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 7 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 14.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 7 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 27.**

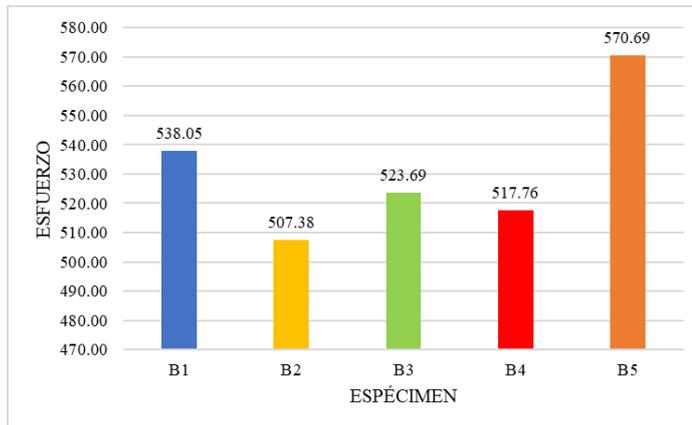
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base (SikaGrout) a los 14 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
B1	13559	25.20	538.05
B2	13126	25.87	507.38
B3	13876	26.50	523.69
B4	13191	25.48	517.76
B5	14590	25.57	570.69
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>531.51</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>24.55</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>4.62</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla base (SikaGrout) a los 14 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 15.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base (SikaGrout) a los 14 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 28.**

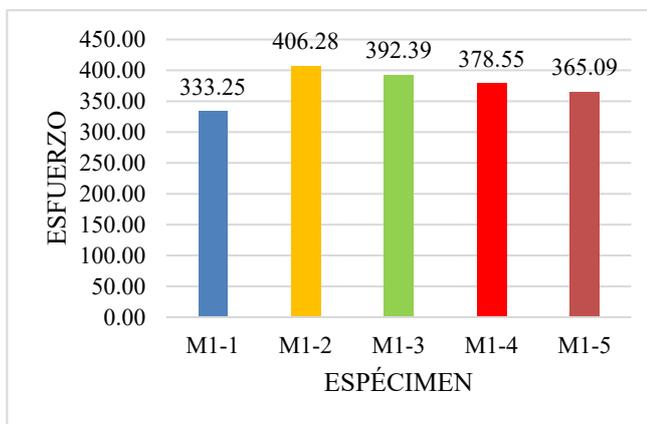
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 14 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M1-1	8634	25.91	333.25
M1-2	10310	25.38	406.28
M1-3	10231	26.07	392.39
M1-4	9592	25.34	378.55
M1-5	9237	25.30	365.09
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>375.11</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>27.99</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>7.46</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 14 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 16.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 14 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 29.**

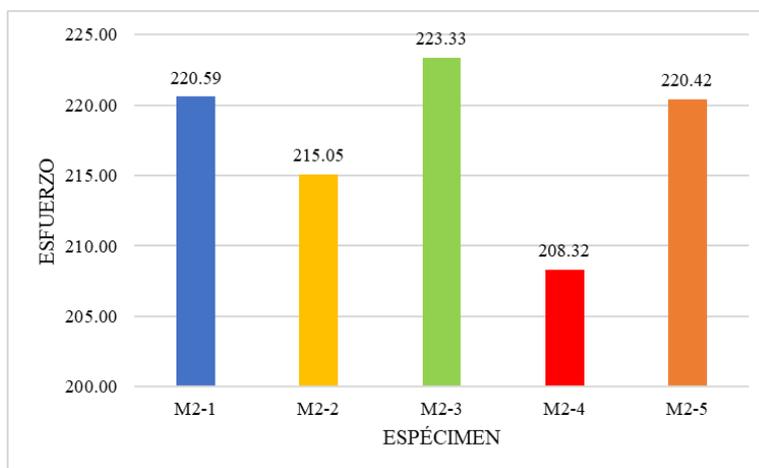
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 14 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M2-1	5729	25.97	220.59
M2-2	5449	25.34	215.05
M2-3	5659	25.34	223.33
M2-4	5445	26.14	208.32
M2-5	5652	25.64	220.42
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>217.54</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>5.97</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>2.74</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 14 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 17.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 14 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 30.**

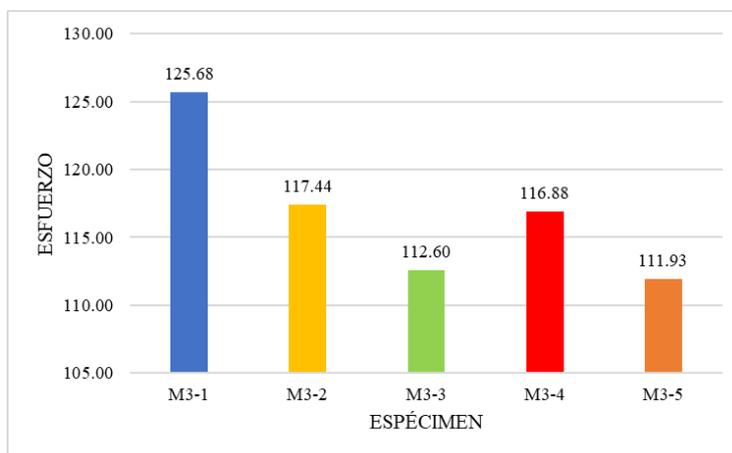
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 14 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm2)	$\sigma$ (kg/cm2)
M3-1	3183	25.33	125.68
M3-2	3001	25.55	117.44
M3-3	2873	25.52	112.60
M3-4	2944	25.19	116.88
M3-5	2829	25.28	111.93
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm2)</b>			<b>116.91</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>5.49</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>4.70</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 14 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 18.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 14 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 31.**

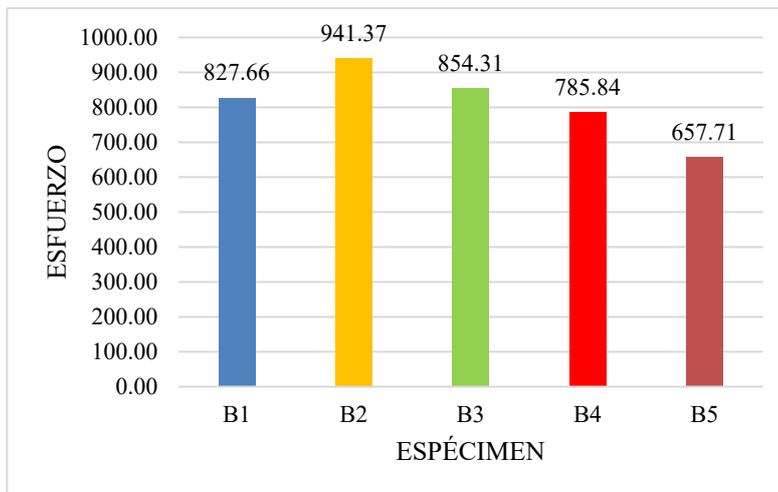
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base (SikaGrout) a los 28 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
B1	20485	24.75	827.66
B2	23723	25.20	941.37
B3	21217	24.84	854.31
B4	20017	25.47	785.84
B5	16601	25.24	657.71
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>813.38</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>103.99</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>12.78</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla base (SikaGrout) a los 28 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 19.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla Base (SikaGrout) a los 28 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 32.**

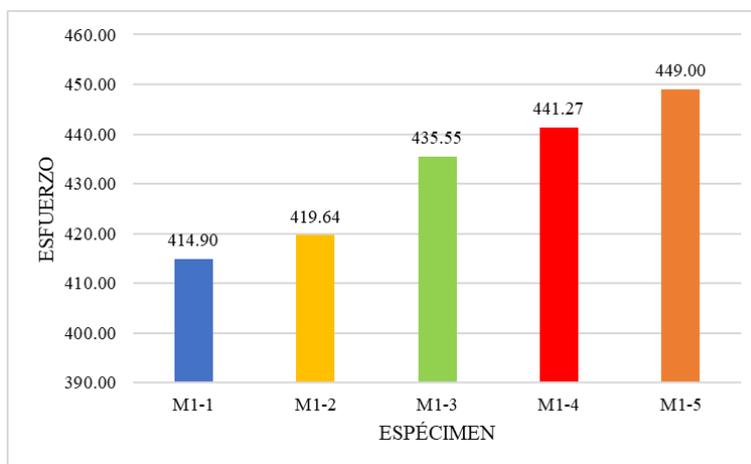
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 28 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M1-1	10269	24.75	414.90
M1-2	10575	25.20	419.64
M1-3	10817	24.84	435.55
M1-4	11240	25.47	441.27
M1-5	11333	25.24	449.00
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>432.07</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>14.43</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>3.34</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 28 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 20.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 28 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 33.**

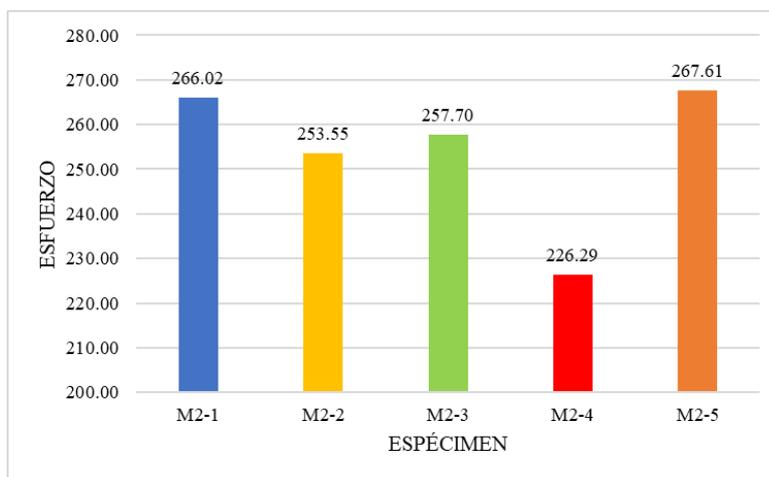
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 28 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M2-1	6903	25.95	266.02
M2-2	6326	24.95	253.55
M2-3	6546	25.40	257.70
M2-4	5903	26.09	226.29
M2-5	6951	25.97	267.61
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>254.23</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>16.67</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>6.56</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 28 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 21.**

*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 28 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Tabla 34.**

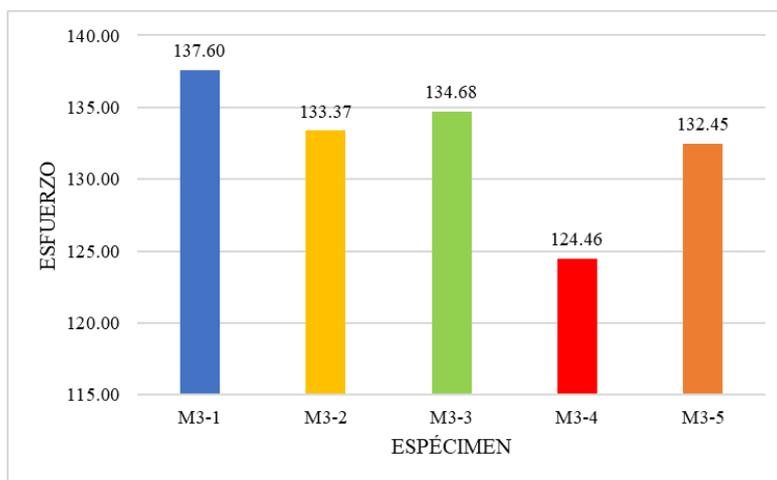
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 28 días*

ESPÉCIMEN	CARGA MAX (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M3-1	3449	25.07	137.60
M3-2	3373	25.29	133.37
M3-3	3451	25.62	134.68
M3-4	3162	25.41	124.46
M3-5	3447	26.03	132.45
<b><math>\sigma</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>132.51</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>4.91</b>
<b>Coeficiente de variación (%)</b>			<b>3.70</b>

**Nota:** La tabla muestra la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 28 días de edad, la desviación estándar y el coeficiente de variación entre cada muestra.

**Figura 22.**

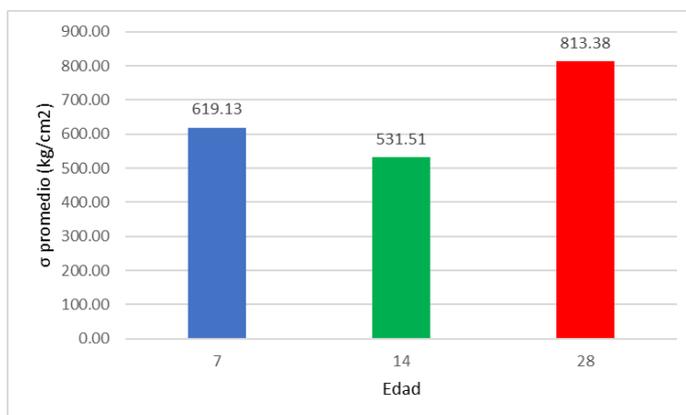
*Resistencia a la compresión promedio de la mezcla M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 28 días*



**Nota:** La figura muestra los esfuerzos máximos de cada muestra en comparación

**Figura 23.**

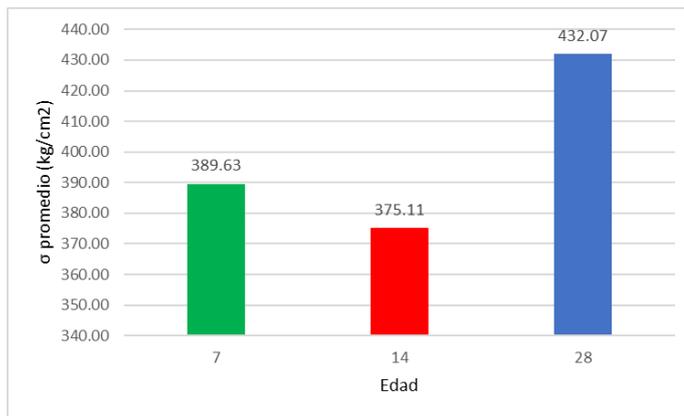
*Resistencia a la compresión promedio de la muestra base (SikaGrout) a los 7, 14 y 28 días*



**Nota:** La figura muestra los resultados en comparación de la compresión promedio de las muestras de la mezcla base (Sikagrout) a los 7, 14 y 28 días.

**Figura 24.**

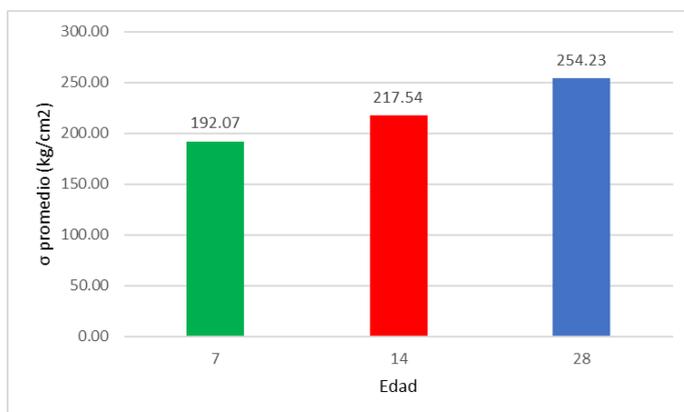
*Resistencia a la compresión promedio de la muestra M1 (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días*



**Nota:** La figura muestra los resultados en comparación de la compresión promedio de las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días.

**Figura 25.**

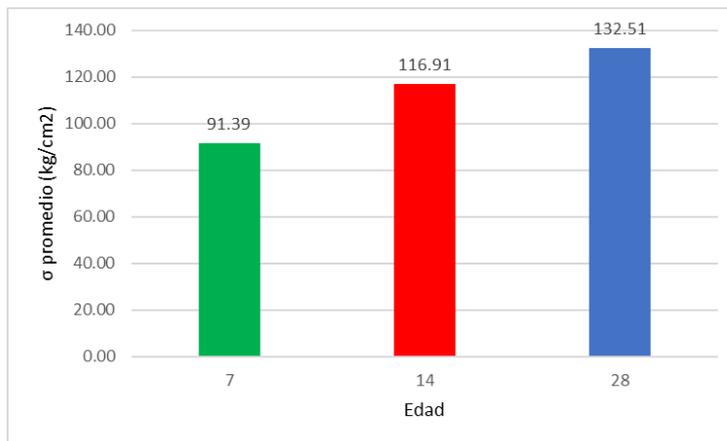
*Resistencia a la compresión promedio de la muestra M2 (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días*



**Nota:** La figura muestra los resultados en comparación de la compresión promedio de las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días.

**Figura 26.**

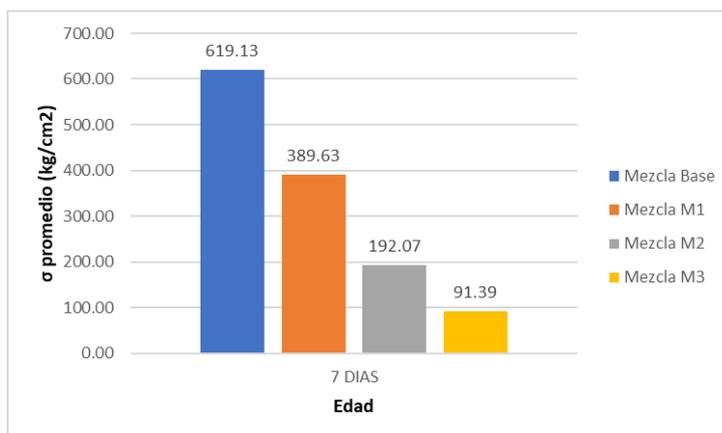
*Resistencia a la compresión promedio de la muestra M3 (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días*



**Nota:** La figura muestra los resultados en comparación de la compresión promedio de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout + 30% Bentonita) a los 7, 14 y 28 días.

**Figura 27.**

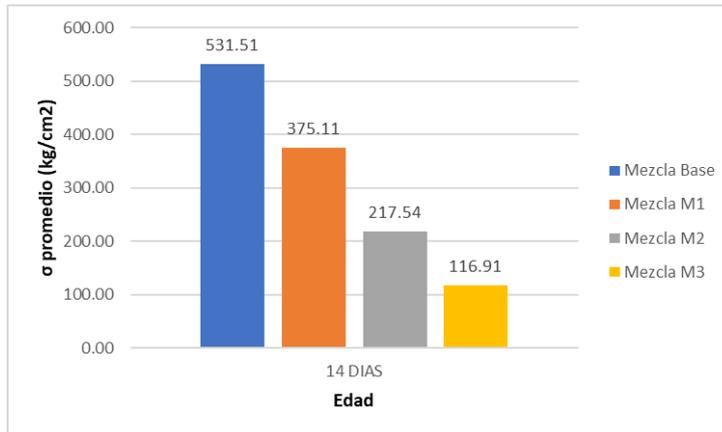
*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 7 días de edad*



**Nota:** El gráfico representa los resultados de la resistencia a la compresión promedio en comparación de las muestras de la mezcla base, M1, M2 y M3 a los 7 días de curado.

**Figura 28.**

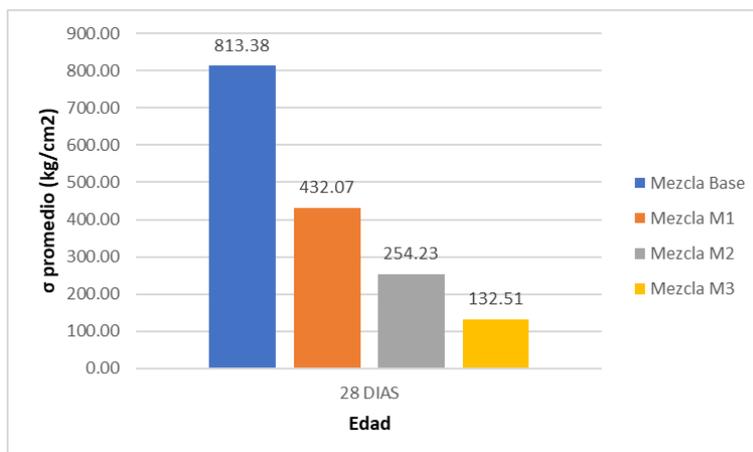
*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 14 días de edad*



**Nota:** El gráfico representa los resultados de la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla base, M1, M2 y M3 a los 14 días de curado.

**Figura 29.**

*Resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 28 días de edad*



**Nota:** El gráfico representa los resultados de la resistencia a la compresión promedio de las muestras de la mezcla base, M1, M2 y M3 a los 28 días de curado.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Limitaciones

Como parte de las limitaciones del presente estudio se manifiesta que no se encontraron tablas, ábacos o procedimientos validos normados que permitan dosificar la mezcla patrón en porcentajes con la bentonita; además de ello, no se contó con el equipo necesario óptimo para la realización del ensayo de dosificación de la bentonita; ya que, de acuerdo a norma dicho ensayo debe realizarse con la utilización de la mesa de flujo; sin embargo, el laboratorio de la universidad no cuenta con el equipo mencionado y de igual forma no se encontró laboratorios certificados dentro de la zona de estudio que posean dichos equipos; por tal motivo, se vio en la necesidad de realizar dicho ensayo con procedimientos igual de validos tomando como referencia normas internacionales bajo la supervisión de los técnicos del laboratorio de concreto.

De igual forma no se encontró un procedimiento de experimento normado que cuente con los equipos necesarios en la zona de estudio para el ensayo de permeabilidad; por lo cual, se tomaron procedimientos igual de válidos utilizados en la tesis “Efecto de un aditivo hidrófugo en la permeabilidad de un mortero de cemento/arena”.

Se hace mención de igual forma que no se contó con estudios o información científica suficiente, teniendo información limitada en los antecedentes para poder comparar los resultados obtenidos de capilaridad y absorción en la presente investigación.

### Discusión

#### *Dosificación de la bentonita.*

En los ensayos realizados a la bentonita para encontrar la cantidad de agua optima en la mezcla se pudo observar que un factor importante al elaborar la lechada de bentonita es el tiempo de mezclado y el equipo utilizado; ya que, al momento de mezclarse con el agua dentro de la masa se observaron bastantes grumos y vacíos; esto, va a depender de la cantidad de agua que posea la mezcla, entre más porcentaje de agua tenga la mezcla se tendrán menos porcentajes de grumos y vacíos; además, se observó que la fluidez aumenta de acuerdo al porcentaje de agua que se adicione; por tal motivo, se debe garantizar que la preparación de la mezcla no contenga grumos ni vacíos; para ello, se realizó un tiempo de mezclado de 3 a 5 minutos como mínimo con la utilización de una mezcladora mecánica que permitió realizar el mezclado de manera homogénea eliminando así los grumos y vacíos que se generan al momento del mezclado.

Analizando la tabla N°2 de dosificación de la bentonita se tuvo como mejor resultado de los ensayos al ensayo numero 9 considerando los parámetros de selección establecidos; en donde, se priorizo buscar la mezcla con menos cantidad de agua posible que mantenga una consistencia fluida, uniforme y sin grumos. Dicha dosificación, fue necesaria para poder uniformizar el diseño de la mezcla.

### ***Ensayo de capilaridad.***

Al observar los resultados de la figura N°5 donde se compara la capilaridad promedio de los 4 tipos de mezclas; se afirma que, a medida que aumenta el porcentaje de bentonita en la mezcla aumenta el valor de la capilaridad promedio a excepción de las muestras de la mezcla III (70% SikaGrout y 30% Bentonita) en donde se observa una disminución de la capilaridad;

esto debido a que, al momento de realizar el ensayo; se observó que, las muestras tenían el área de fleco lateral completamente humedecida lo cual indica que la bentonita aumenta la fuerza de adhesión entre las muestras y las moléculas de agua; sin embargo, al comparar los resultados en los 4 tipos de mezcla no se observa una tendencia definida que garantice una conclusión concisa; es por tal motivo, que se requiere analizar a detalle factores como la cocción de las muestras dentro del horno por 24 horas; ya que, la bentonita al ser un tipo de arcilla, esta al ser expuesta al calor tiende a fracturarse y esto sería uno de los factores que generan este tipo de resultados en el ensayo de capilaridad con la adición de bentonita.

#### ***Ensayo de porcentaje de absorción.***

Comparando los resultados de la figura N°10 en donde se muestra el porcentaje de absorción promedio de las 4 mezclas; se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de bentonita en la mezcla, aumenta el porcentaje de absorción de las muestras; esto ocurre debido a que, la bentonita al ser un tipo de arcilla tiene la capacidad de absorber cantidades considerables de moléculas de agua; es por ello que, al aumentar el porcentaje de bentonita en las mezclas aumente el porcentaje de absorción.

Al comparar el porcentaje de absorción de las muestras de la mezcla base (SikaGrout) con el porcentaje de absorción de las muestras con adición de bentonita se tiene que: en comparación de la mezcla I (90% SikaGrout + 10 % bentonita) se observa un aumento del 85.91% de absorción, con la mezcla II (80% SikaGrout + 20 % bentonita) se tiene un aumento del 167.95% de absorción en comparación y con la mezcla III (70% SikaGrout + 30 %

bentonita) se tiene un aumento del 365.74% de absorción en comparación de las muestras de la mezcla base (SikaGrout).

### ***Ensayo de permeabilidad.***

Analizando los resultados del ensayo de permeabilidad no se tuvo registro de agua percolada a los 5 días del experimento de la mezcla base (Sikagrout), lo que indica que el material base SikaGout posee la propiedad de ser impermeable sin la necesidad de algún material adicional como la bentonita; adicional a ello, en la mezclas I y II tampoco se tuvo registro de agua percolada a los 5 días de ensayo a comparación de las muestras de la mezcla III que posee un 70 % de SikaGrout y 30% de Bentonita en donde si se tuvo registro de agua percolada teniendo así una permeabilidad promedio baja de  $3.57553E-07$  (ml/cm<sup>2</sup>/seg); esto ocurre debido a que, al tener un mayor porcentaje de bentonita en la composición de las muestras se generen vacíos significativos entre el SikaGrout y la bentonita por los cuales se logra filtrar el agua. Estos resultados indican que el material base por sí solo es impermeable; sin embargo, al tener una cantidad del 30% de bentonita en su composición este pierde su propiedad de impermeabilidad.

Comparando los resultados; (Peraza et ál., 2016), en su investigación titulada "Determinación de la permeabilidad de lechadas para pantallas flexoimpermeables a partir de la prueba de consolidación unidimensional"; concluye que, con un porcentaje de bentonita de 10 a 14%, se obtiene permeabilidades reducidas; en contraste con, los resultados obtenidos de permeabilidad en el presente informe donde se demuestra que con un porcentaje de 10 al 20% de bentonita en la mezcla se obtienen muestras impermeables.

### ***Resistencia a la compresión.***

Analizando la figura N°33 donde se compara la resistencia a la compresión promedio de las mezclas a los 28 días de edad; observamos que, existe una disminución considerable de la resistencia a la compresión axial en comparación con la resistencia de la mezcla base; se observa que, a medida que aumenta el porcentaje de bentonita en la mezcla esta disminuye la resistencia a la compresión en un 46.88% en comparación con la mezcla I que posee un 10% de bentonita; comparando los resultados de la mezcla II con una adición a la mezcla de 20% de bentonita, esta disminuye en un 68.74% la resistencia a la compresión axial; en la mezcla III, con una adición del 30% de bentonita a la mezcla esta disminuye en un 83.71% la resistencia a la compresión axial.

Al analizar los datos plasmados a las figuras N°27, 28, 29 y 30 en donde se compara la resistencia a la compresión de cada mezcla a los 7, 14 y 28 días de curado; se observa que, la resistencia disminuye ligeramente a los 14 días de curado sólo en la mezcla base y la mezcla 1, posteriormente se evidencia que a los 28 días de curado incrementa la resistencia de las muestras en las 4 mezclas.

Al comparar el porcentaje de variación entre cada muestra de cada mezcla a los 7, 14 y 28 días de edad se tiene que: las muestras de la mezcla base (SikaGrout) tienen porcentajes de variación de 7.26%, 4.62% y 12.78% a los 7, 14 y 28 días; las muestras de la mezcla I (90% SikaGrout + 10% Bentonita) tienen porcentajes de variación de 7.72%, 7.46% y 3.34% a los 7, 14 y 28 días; las muestras de la mezcla II (80% SikaGrout + 20% bentonita) tienen porcentajes de variación de 3.97%, 2.74% y 6.56% a los 7, 14 y 28 días y las muestras de la mezcla III

(70% SikaGrout + 20% bentonita) tienen porcentajes de variación de 5.57%, 4.70% y 3.70% a los 7, 14 y 28 días. Observamos que estos valores no varían en gran medida a excepción de las muestras de la mezcla base (SikaGrout) a los 28 días que presentan un porcentaje de 12.78%; esto se debe a que, la muestra “B5” resiste mucho menos (657.71 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación de las otras muestras del mismo grupo de ensayo como se observa en la figura N°19; sin embargo, la NTP 334.051 en el párrafo 13.2 establece que se pueden descartar los resultados que más se alejen del promedio en comparación a las demás muestras del mismo grupo de ensayo y tomar los resultados de las muestras restantes; por lo cual, al descartar dicha muestra el porcentaje de variación de las muestras de la mezcla base a los 28 días se reduce a 7.71% teniendo un rango de variación aceptable.

Analizando los porcentajes de variación y comparando con los rangos máximos permisibles que establece la NTP 334.051 en el párrafo 13.1 donde el rango máximo permisible entre muestras de una misma tanda de mortero a la misma edad de ensayo, es de 8.7% del promedio, cuando 3 cubos representan la edad de ensayo; y 7.6%, cuando 2 cubos representan la edad de ensayo; se demuestra que, las muestras ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días se encuentran dentro del rango permisible de precisión lo que garantiza la veracidad de los valores obtenidos en el ensayo a compresión.

Contrastando los resultados obtenidos en la tesis titulada “Análisis de la Resistencia a Compresión del Grout con Adición de Sikament – 290”; (Marquina, 2017) concluye que, la adición de Sikament-290 incrementa la resistencia a la compresión a los 28 días a diferencia de los resultados obtenidos en el presente informe en donde se ha demostrado que la adición de bentonita disminuye la resistencia a la compresión a los 28 días.

## Implicancias

Los resultados obtenidos en la presente investigación pueden ser utilizados en un amplio campo de aplicaciones; en donde, se necesite de materiales impermeabilizantes con un comportamiento de respuesta rápida frente a niveles freáticos altos, al ser un material fluido y de resistencia media - alta puede ser utilizado como:

- Sellante para tuberías de alcantarillado, relleno para mejoramiento de suelos freáticos, nivelación de estructuras y revestimientos.
- Pantallas flexo-impermeables para creación de recintos estancos, impermeabilización de diques y otras estructuras de contención de inundaciones y contención y aislamiento de zonas con suelos contaminados
- Mejoramiento de suelos con niveles freáticos altos
- Con un porcentaje menor al 10% de bentonita puede usarse en cimentaciones con previos análisis y diseños.

## Conclusiones

- ✓ Finalmente; se concluye que, la adición de bentonita no mejora la resistencia a la compresión axial del Grout rechazando la hipótesis.
- ✓ Se determinó la dosificación de la bentonita con un valor de 3.968 Kg/L tras 12 muestras de ensayos de consistencia, fluidez, criterios de selección e inspección visual.
- ✓ Se elaboraron 30 probetas a base de SikaGrout más agua conforme a especificaciones técnicas; de igual forma, se elaboraron 30 probetas compuestas de 90% SikaGrout con 10%

de bentonita, 30 probetas compuestas de 80% SikaGrout con una adición de 20% de bentonita y 30 probetas compuestas por 70% SikaGrout y 30% bentonita.

- ✓ Se determinó la capilaridad de las muestras a los 28 días dando como resultado un valor de capilaridad de 20.41 (gr.seg/cm<sup>2</sup>) para la muestra patrón, 72.72 (gr.seg/cm<sup>2</sup>) para la mezcla I, 97.15 (gr.seg/cm<sup>2</sup>) para la mezcla II y 71.80 (gr.seg/cm<sup>2</sup>) para la mezcla III.
- ✓ Se determinó y graficó el porcentaje de la curva promedio de absorción de las muestras a los 28 días; donde se concluye que, la muestra con más porcentaje de absorción son las pertenecientes a la mezcla III (70% SikaGrout + 30% bentonita) con un porcentaje de absorción del 365.74% mayor en comparación al porcentaje de absorción de la muestra base.
- ✓ Se determinaron los valores de la permeabilidad dando como resultado que las muestras de la mezcla base (SikaGrout), mezcla I (90% SikaGrout + 10% bentonita) y la mezcla II (80% SikaGrout + 20% bentonita) son impermeables ya que no se tuvo registro de agua percolada durante los cinco días del ensayo; sin embargo, en la mezcla III (70% SikaGrout + 30% bentonita) se obtuvo una permeabilidad de 3.57553E-07 (ml/cm<sup>2</sup>/seg).
- ✓ Se determinaron los valores de resistencia a la compresión axial a los 7, 14 y 28 días de los 4 tipos de mezcla dando como resultado para la mezcla base una resistencia de 619.13 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 531.51 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 813.38 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; para mezcla I (90% SikaGrout + 10% bentonita), una resistencia de 389.63 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 375.11 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 432.07 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; para la mezcla II (80% SikaGrout + 20% bentonita), una resistencia de 192.07 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 217.54 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 254.23 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; para la mezcla III (70% SikaGrout + 30% bentonita), con

una resistencia de 91.39 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 116.91 a los 14 días y 132.51 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

- ✓ Se determinó que la mejor proporción de SikaGrout + Lodo bentónico es de 90% lechada de SikaGrout más 10% lechada de bentonita, debido a su mejor desempeño y comportamiento tanto en resistencia a la compresión con un valor de 432.07 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, como en capilaridad con un valor de 72.72 (ml/cm<sup>2</sup>/seg), un porcentaje de absorción medio – bajo y un comportamiento impermeable.

## Referencias

- Anfapa. (02 de 05 de 2022). *Morteros de albañilería y estanqueidad*. Obtenido de Interpresas:  
<https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/387810-Morteros-de-albanileria-y-estanqueidad.html>
- ASTM C 109. (2002). *Método Normalizado de Ensayo de Resistencia a compresión de Morteros de Cemento Hidráulico , utilizando especímenes cúbicos de 2*. USA: Barr Harbor Drive.
- ASTM C 939. (2002). *ASTM C-939 para ensayo de densidad con la cual se determina la densidad de los*. USA: Barr Harbor Drive.
- Basán, M. (15 de Septiembre de 2017). *Uso de bentonita para impermeabilización de represas*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria:  
[https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_bentonita\\_sodica\\_para\\_impermeabilizar\\_represas.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_bentonita_sodica_para_impermeabilizar_represas.pdf)
- BESCO. (Enero de 2023). *IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS EN PROYECTOS INMOBILIARIOS*. Obtenido de <https://besco.com.pe/blog/importancia-tratamiento-de-aguas/#:~:text=El%20agua%20es%20un%20componente,y%20la%20filtración%20de%20efluentes>.
- BETANCOURTH, J. (Mayo de 2017). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CURADO INTERNO MEJORADO EN*. Obtenido de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN:  
<http://eprints.uanl.mx/18673/1/1080289309.pdf>
- Bradanic, T. (Agosto de 2007). *ARCILLAS Y BENTONITAS*. Obtenido de XDOC.MX:  
<https://xdoc.mx/preview/arcillas-y-bentonitas-5f9b921e310c8>
- Construmatica. (02 de Diciembre de 2018). *Características de los Morteros*. Obtenido de Construmática:  
[https://www.construmatica.com/construpedia/Características\\_de\\_los\\_Morteros#:~:text=La%20absorción%20depende%20de%20la,en%20consecuencia%2C%20menor%20absorción%20presentará](https://www.construmatica.com/construpedia/Características_de_los_Morteros#:~:text=La%20absorción%20depende%20de%20la,en%20consecuencia%2C%20menor%20absorción%20presentará).

- Correa, F. (2017). El uso del Grout es necesario, a diferencia del cemento, debido a las propiedades de. En *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA*. Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA.
- Díaz, P. (05 de Abril de 2017). *Evolución en los materiales de construcción: vivienda*. Obtenido de Centrourbano: <https://centrourbano.com/reportajes/evolucion-los-materiales-construccion-vivienda/#:~:text=Originalmente%2C%20la%20construcción%20se%20desarrollaba,uso%20de%20polvo%20mezclado%20con>
- Fester. (2023). *DIVERSOS USOS DE GROUTS*. Obtenido de Fester: <https://www.fester.com.mx/es/tips/galeria-de-tips/ usos-grouts.html#:~:text=Un%20grout%20es%20un%20producto,facilita%20su%20colocación%20y%20acomodo>).
- Fundación AQUAE. (21 de Julio de 2017). *Obras maestras de la ingeniería hidráulica*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/espana/fundacion-aquae/17/07/21/obras-maestrasingenieria-hidraulica>
- Guía de Ensayo UPN. (2022). *Elaboración y Adherencia de Morteros*. Cajamarca.
- Guía de Ensayo UPN. (2022). *Práctica 03: Elaboración de Morteros de Cemento*. Cajamarca.
- Gutierrez, J., Becerra, G., & Flor, J. (21 de Agosto de 2019). *Reporte de Preparación de Mezclas Preliminares y Ensayos de Laboratorio para el Cierre de las Tuberías de drenaje SCBS y Tomas OF - Rev.B*. Obtenido de Cerro Corona.
- Henry, A. M. (2014). *Efecto de un aditivo hidrófugo en la permeabilidad de un mortero de cemento/arena*. Cajamarca.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de MCGRAW-HILL: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Ingenieros Asesores. (27 de Diciembre de 2022). *Los daños estructurales por humedades más frecuentes*. Obtenido de ARQUITECTURA Y EDIFICACIÓN:  
<https://ingenierosasesores.com/actualidad/danos-estructurales-por-humedades/#:~:text=Los%20daños%20más%20habituales%20producidos,y%20grietas%20en%20la%20misma.>
- López, Á., Sanz, B., Cidoncha, H., & Fernández, M. (02 de Febrero de 2013). *Estudio de las propiedades de las bentonitas para su utilización en barreras geosintéticas arcillosas*. Obtenido de Revista Digital del Cedex: <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/365>
- Marquina, E. (2017). *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL GROUT CON ADICIÓN DE SIKAMENT – 290N*. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca:  
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1000>
- MTC E 609. (Mayo de 2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones:  
<file:///C:/Users/51992/Downloads/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf>
- MTT-MAXIM. (31 de Julio de 2018). *Aplicaciones de la bentonita para construcción*. Obtenido de <https://mtt-maxim.com/aplicaciones-de-la-bentonita-para-construccion/>
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (1998). *Tecnología del concreto*. México: Trillas.
- Norma Técnica de Edificaciones E.070. (2019). *NORMA E.070 ALBAÑILERÍA*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:  
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>
- Norma Técnica Peruana 334.051. (2da Edición de Lima de 1998). *Cementos. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50 mm de lado*. Obtenido de INDECOPI.

- NRMCA. (07 de Mayo de 2008). *CIP 22 - Grouts (Lechadas de relleno)*. Obtenido de National Ready Mixed Concrete Association: <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/04/CIP22es.pdf>
- Orellana, I. A. (2002). *Determinación de la resistencia a compresión y el índice de rebote, por métodos de ensayo destructivo y su correlación a concretos autocompactantes*. Guatemala: Universidad San Carlos.
- Peraza, J., García, J., Jiménez, E., & Arévalo, J. (23 de Noviembre de 2016). *Determinación de la permeabilidad de lechadas para pantallas flexoimpermeables a partir de la prueba de consolidación unidimensional*. Obtenido de Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A. C.:  
[https://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/27\\_XXVIII\\_Reunion\\_Nacional\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica/45\\_XXVIII\\_Reunion\\_Nacional\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica/110\\_Presas/I9PEDJ\\_1.pdf](https://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/27_XXVIII_Reunion_Nacional_de_Ingenieria_Geotecnica/45_XXVIII_Reunion_Nacional_de_Ingenieria_Geotecnica/110_Presas/I9PEDJ_1.pdf)
- Pérez, D. (2019). *Determinación de las propiedades físico mecánicas del grout con aditivo autocompactante en la ciudad de Cajamarca*. Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2995>
- PLACOMAT. (15 de MAYO de 2020). *La importancia de elegir buenos materiales de construcción*. Obtenido de PLACOMAT - Plataforma de materiales de construcción SL: <https://www.placomat.com/blog/limportancia-elegir-buenos-materiales-construccion/>
- Ramos, G., & Mamede, C. (Enero de 2022). *La influencia de los aditivos químicos en el comportamiento del grout bicomponente para relleno en túneles del tipo TBM*. Obtenido de Noticreto: <http://www.asocretovirtual.com/noticreto-virtual/noticreto-140/052-057-materiales2-140.pdf>
- Sika Perú. (Diciembre de 2019). *SikaGrout-110 Mortero Autonivelante Predosificado para Nivelación de Máquinas y Estructuras*. Obtenido de Sika: <https://per.sika.com/es/construccion/grouting-anclajes/grouts-cementicios/sikagrout-110.html>

Tierragel. (2021). *Bentonita Sódica*. Obtenido de Tierragel Protección Comprobada:

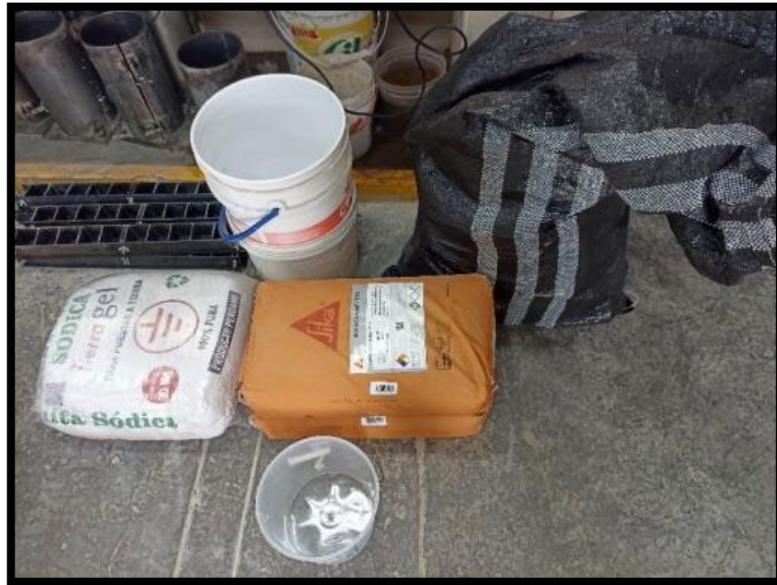
<https://www.tierragel.com/producto/bentonita-sodica/>

Zanabria , J., & Salazar, H. (2019). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto líquido fino "grout" adicionado con limaduras de acero 2%, 5% y 10% en comparación a un concreto líquido patrón convencional - Cusco 2018*. Obtenido de UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2727>

## Anexos

### Anexo N°01: Fotografías

*Figura 30. Materiales para la elaboración de las mezclas*



*Figura 31. Dosificación de la bentonita*



*Figura 32. Resultados de la dosificación de la bentonita con presencia de grumos*



*Figura 33. Ensayo de fluidez de la bentonita consistencia seca*



*Figura 34. Medición del SLUMP de los ensayos de bentonita*



*Figura 35. Elaboración de la mezcla base*



*Figura 36. Elaboración de la mezcla 1 adicionando 10% de bentonita*



*Figura 37. Llenado de muestras cúbicas y cilíndricas*



*Figura 38. Elaboración de la mezcla 2 y 3 adicionando bentonita al 20% y 30% respectivamente*



*Figura 39. Llenado de muestras de la mezcla 2 y 3*



*Figura 40. Llenado de muestras cúbicas y cilíndricas de la mezcla 2 y 3*



*Figura 41. Curado de las muestras*



*Figura 42. Ensayo de resistencia a la compresión de las muestras*



*Figura 43. Secado en horno de las muestras por 24 horas*



*Figura 44. Pesaje de las muestras secas por 24 horas en horno*



*Figura 45. Ensayo de capilaridad*



*Figura 46. Medición del fleco capilar*



*Figura 47. Ensayo de absorción*



*Figura 48. Pesaje de las muestras húmedas*



*Figura 49. Tubos para ensayo de permeabilidad*



*Figura 50. Muestras de ensayo de permeabilidad*



**Anexo N°02: Ficha técnica de la bentonita**



ventas@tierragel.com (01) 981205331 / (01) 981 223 961

**ESPECIALISTAS EN POZO A TIERRA**

**PRODUCTOS PARA SISTEMAS POZO A TIERRA**

**Bentonita Sódica Tierra Gel.**



PROPIEDADES FÍSICAS	
SÍLICE – SiO <sup>2</sup>	61.20 %
ALÚMINA – Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	14.80 %
OXIDO FÉRRICO – Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	2.66 %
OXIDO DE CALCIO – Ca O	1.26 %
OXIDO DE SODIO – Na <sup>2</sup> O	2.01 %
OXIDO DE MAGNESIO – Mg O	1.77 %
OXIDO DE POTASIO – K <sup>2</sup> O	0.80 %
PERDIDA POR CALCINACIÓN	6.0 %
NINGÚN ANALIZADO	2.11 %

PROPIEDADES QUÍMICAS	
Gravedad Específica	2.5
Hinchamiento Inmediato 2 gr/ml	24 Mínimo
Humedad	(105°C) 10.0 % Max
Capacidad de Intercambio Catiónico	65-70 MEG/100G
PH Dispersión %	10% 7.5-8.2
Poder Ligante	Arcilla/H <sub>2</sub> O 1:6 / 1:9 Bueno
Granulometría Retenido Malla 200	97% Mínimo que pasa.



**Producto Posee:**

- ✓ Ficha técnica
- ✓ Hoja de seguridad
- ✓ Carta de garantía



Dir: Calle Los Alamos Mz. B  
Lt. 2 Puente Piedra, Lima - Perú  
Telf.: +51 (01) 651-3515  
E-mail: ventas@tierragel.com

www.tierragel.com

## Anexo N°03: Ficha técnica SikaGrout 110



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaGrout®-110

MORTERO AUTONIVELANTE PREDOSIFICADO PARA NIVELACIÓN DE MÁQUINAS Y ESTRUCTURAS

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaGrout®-110 es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros. Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia, fluidez y autonivelación. No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla. SikaGrout®-110 se utiliza en aplicaciones en maquinarias y estructuras de alta exigencia en cuanto a resistencia mecánica y fluidez.

### USOS

- Fijación y nivelación de maquinaria.
- Relleno bajo columnas de acero.
- Anclaje de pernos no especificados.
- Inyecciones de mortero.
- Rellenos y anclajes en estructuras prefabricadas.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Bolsa de 30 Kg.
<b>Apariencia / Color</b>	Polvo gris
<b>Vida Útil</b>	9 meses
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en un lugar seco y fresco, en su envase original cerrado.
<b>Densidad</b>	1.65 kg/L (seco)

### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	24 horas	28 días
	≥ 200 kgf/cm <sup>2</sup>	≥ 600 kgf/cm <sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas.
- Buena capacidad de escurrimiento.
- Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas.
- Material predosificado.
- Rápida puesta en servicio.
- No contiene elementos metálicos ni cloruros.

### CERTIFICADOS / NORMAS

El SikaGrout®-110 cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado "A".  
Ensayos de Resistencia a la Compresión en base al ASTM C-109.

#### USGBC VALORACIÓN LEED

SikaGrout®-110 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.  
Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Consumo</b>	Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg de SikaGrout®-110.
<b>Flujo/Fluidez</b>	FLUIDEZ SEGÚN NORMA ASTM C-230 > 150%  MESA FLOW > 25

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### CALIDAD DEL SUSTRATO PRE-TRATAMIENTO

El concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. El concreto debe saturarse con agua, sin que exista agua superficial en el momento de la aplicación. La condición de saturación es especialmente importante cuando se utiliza una consistencia muy fluida. Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros. Para la colocación del SikaGrout®-110 deben confeccionarse moldes alrededor de la placa base. Los moldes deben ser absolutamente estables y no deben absorber agua de la mezcla. Los moldes deben quedar 50 a 100 mm separados de la placa para permitir el vaciado de SikaGrout®-110. La altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, debe ser de 3 cm o más, según el ancho de la placa.

### MEZCLADO

SikaGrout®-110 debe mezclarse con 3,0 – 3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg. Agregue inicialmente en el recipiente de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado, para luego agregar el SikaGrout®-110 y finalmente el 20% de agua restante.

### APLICACIÓN

SikaGrout®-110 se debe vaciar por un lado de la placa, hasta que escurra hacia el lado opuesto. Para ayudar al vaciado se pueden utilizar cables de acero. La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación.

### TRATAMIENTO DE CURADO

Una vez finalizada la colocación, el mortero SikaGrout®-110 debe cubrirse con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

### ESPEORES MAYORES

En caso de rellenos bajo placas, en espesores mayores de 50 mm se recomienda mezclar con gravilla de 10 mm de tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de SikaGrout®-110 por 10 kg de gravilla. Para espesores mayores a 300 mm, puede utilizarse gravilla de tamaño máximo de 20 mm en proporción de 1 parte en peso de SikaGrout®-110 por 0.50 partes de gravilla.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

## **Anexo N°04: Protocolos de laboratorio de concreto de la UPN**

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	DISEÑO DE MEZCLA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LG-UPNC: .....
NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	3/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	3/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	
EDAD DEL MORTERO:		RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:		REVISADO POR:	

MEZCLA BASE			
<b>Volumen de Mezcla</b>			
Cant. probetas cúbicas	0.000125 m³	0.125 l	
25	0.003125 m³	3.125 l	
Cant. probetas cilíndricas	8.29577E-05 m³	0.08295768 l	
5	0.000414788 m³	0.41478841 l	
0.0325 m Diámetro		3.53978841 l	
Vol. Mezcla total =	10%	3.89376725 l	
Consumo Sika =	2.13 kg/l	8.52 kg de sika	<b>4 LITROS DE SIKA</b>
Para 8.52 kg de Sika se requiere:			
x=	0.94 litros de mezcla		
80%=	0.752 primero		
resto agua	0.1852 deapocos	variar +/- 0.05 ml	

MEZCLA 1			
<b>Volumen de Mezcla</b>			
Cant. probetas cúbicas	0.000125 m³	0.125 l	
25	0.003125 m³	3.125 l	
Cant. probetas cilíndricas	8.29577E-05 m³	0.08295768 l	
5	0.000414788 m³	0.41478841 l	
0.0325 m Diámetro		3.53978841 l	
Vol. Mezcla total =	10%	3.89376725 l	
<b>4 LITROS DE SIKA</b>			
<b>M1 se necesita :</b>			
	90% GROUT	3.6 LITROS DE SIKA	
	10% BENTO	0.4 LITROS DE BENTO	
Para la bentonita	0.63 L	2.5	
	0.4	X	
X=	1.587 KG		
Para 7.668 kg de Sika se requiere:			
x=	0.84348 litros de mezcla		
80%=	0.675 primero		
resto agua	0.169 deapocos	variar +/- 0.05 ml	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrón Arribasprata Curo	NOMBRE: Don Luis Torres Pacheco	NOMBRE: Don Raúl Castro Lopez
FECHA: 02/02/23	FECHA: 02/02/23	FECHA: 02/02/23

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	DISEÑO DE MEZCLA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	3/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	2/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	
EDAD DEL MORTERO:		RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:		REVISADO POR:	

**MEZCLA 2**

**Volumen de Mezcla**

Cant. probetas cúbicas	0.000125 m <sup>3</sup>	0.125 l
25	0.003125 m <sup>3</sup>	3.125 l
Cant. probetas cilíndricas	8.29577E-05 m <sup>3</sup>	0.08295768 l
5	0.000414788 m <sup>3</sup>	0.41478841 l
0.0325 m		
Dímetro		3.53978841 l
Vol. Mezcla total =	10%	3.89376725 l
		<b>4 LITROS DE SIKO</b>

<b>M2 se necesita:</b>	80% grout	<b>3.2 LITROS DE SIKO</b>
	20%BENTO	<b>0.8 LITROS DE BENTO</b>

Para la bentonita	0.63 l	2.5
	<b>0.8</b>	X
	X=	<b>3.125 KG</b>

Para 6.816 kg de Sika se requiere:

xx=	0.74976 litros de mezcla
80% =	0.600 primero
resto agua	0.150 despacos      variar +/- 0.05 ml

**MEZCLA 3**

**Volumen de Mezcla**

Cant. probetas cúbicas	0.000125 m <sup>3</sup>	0.125 l
25	0.003125 m <sup>3</sup>	3.125 l
Cant. probetas cilíndricas	8.29577E-05 m <sup>3</sup>	0.08295768 l
5	0.000414788 m <sup>3</sup>	0.41478841 l
0.0325 m		
Dímetro		3.53978841 l
Vol. Mezcla total =	10%	3.89376725 l
		<b>4 LITROS DE SIKO</b>

<b>M3 se necesita:</b>	70% grout	<b>2.8 LITROS DE SIKO</b>
	30%BENTO	<b>1.2 LITROS DE BENTO</b>

Para la bentonita	0.63 l	2.5
	<b>1.2</b>	X
	X=	<b>4.750 KG</b>

Para 5.964 kg de Sika se requiere:

xx=	0.65604 litros de mezcla
80% =	0.525 primero
resto agua	0.131 despacos      variar +/- 0.05 ml

OBSERVACIONES:		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
NOMBRE: <u>Carlos Ambrosio Chua</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Flores Pizarro</u>	NOMBRE: <u>Holly Leandros Vozquez</u>
FECHA: <u>02/02/23</u>	FECHA: <u>2/02/2023</u>	FECHA: <u>02/02/23</u>

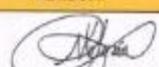
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO					
	ENSAYO	DOSIFICACIÓN Y CONSISTENCIA DE LA MEZCLA DE BENTONITA			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
	NORMA					
	PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):				
FECHA DE ELABORACIÓN:	1/2/2023	ALTURA PROM. (cm):				
FECHA DE ENSAYO:	30/1/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):				
EDAD DEL MORTERO:		RESPONSABLE:				
N° DE ESPECIMENES:	12	REVISADO POR:				

N° ENSAYO	AGUA	BENTONITA	OBSERVACION	CONSISTENCIA DE FLUJO	SLUMP
	ml	kg		mm	mm
1	200	2.5	seco con grumos	-	-
2	350	2.5	seco con grumos	-	-
3	500	2.5	plastico seco con grumos	-	-
4	540	2.5	plastico seco con grumos	-	-
5	560	2.5	plastico seco sin grumos	-	-
6	580	2.5	plastico sin grumos	108.20	39.00
7	600	2.5	plastico sin grumos	100.50	60.00
8	620	2.5	plastico sin grumos	115.10	62.00
9	630	2.5	fluido sin grumos	118.92	65.00
10	650	2.5	fluido sin grumos	121.54	67.50
11	750	2.5	fluido sin grumos	149.18	90.00
12	800	2.5	fluido sin grumos	151.48	97.00

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Francko Chino</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Lopez</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Lopez</u>
FECHA: <u>30/01/2023</u>	FECHA: <u>30/01/2023</u>	FECHA: <u>30/01/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LOS LADOS DE LAS PROBETAS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....			
NORMA	NTP 334.051				
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):			
FECHA DE ELABORACION:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):			
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	AREA CARA PROM. (cm²):			
EDAD DEL MORTERO:	14 Dias	RESPONSABLE:			
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:			

ESPECÍMEN	DIMENSION NORMA		LADO				
			50.8				mm
	LADO EFECTIVO (mm)						
	L1	L2	L3	L4	L prom.		
B1	50.60	49.65	50.90	49.65	50.20		
B2	50.80	50.95	50.90	50.80	50.86		
B3	52.00	51.00	51.50	51.40	51.48		
B4	51.10	49.80	51.00	50.00	50.48		
B5	50.70	50.40	50.65	50.50	50.56		
M1-1	51.00	50.75	51.05	50.80	50.90		
M1-2	50.10	50.25	50.95	50.20	50.38		
M1-3	51.40	50.65	51.40	50.80	51.06		
M1-4	50.00	50.65	50.00	50.70	50.34		
M1-5	50.70	49.90	50.60	50.00	50.30		
M2-1	51.00	51.00	50.85	51.00	50.96		
M2-2	49.85	50.90	49.80	50.80	50.34		
M2-3	50.15	50.55	50.05	50.60	50.34		
M2-4	50.75	51.45	51.00	51.30	51.13		
M2-5	51.05	50.35	50.80	50.35	50.64		
M3-1	50.80	49.80	51.00	49.70	50.33		
M3-2	50.90	50.00	51.25	50.05	50.55		
M3-3	51.25	50.00	51.10	49.70	50.51		
M3-4	50.15	50.35	50.10	50.15	50.19		
M3-5	50.10	50.00	51.00	50.00	50.28		

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Groszopolska Cusica	NOMBRE: Jorge Luis Haysos Pacheco	NOMBRE: Ugo Renato Lopez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/23

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LOS LADOS DE LAS PROBETAS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	NTP 334.051				
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):			
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):			
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):			
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:			
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:			

ESPECÍMEN	DIMENSION NORMA		LADO		50.8	mm
	LADO EFECTIVO (mm)					
	L1	L2	L3	L4	L prom.	
B1	50.00	49.18	50.40	49.42	49.75	
B2	50.50	50.00	50.10	50.20	50.20	
B3	49.52	50.20	49.62	50.00	49.84	
B4	50.80	50.00	50.58	50.50	50.47	
B5	50.00	50.48	49.78	50.70	50.24	
M1-1	49.80	49.90	50.00	49.90	49.90	
M1-2	50.18	50.30	50.00	50.00	50.12	
M1-3	49.00	50.38	49.00	50.80	49.80	
M1-4	49.42	50.30	49.42	50.20	49.84	
M1-5	49.60	49.80	49.82	49.80	49.76	
M2-1	51.68	50.30	51.48	50.30	50.94	
M2-2	50.10	49.80	50.10	49.80	49.95	
M2-3	49.00	51.60	49.20	51.80	50.40	
M2-4	52.00	50.30	52.00	50.00	51.08	
M2-5	51.38	50.50	51.38	50.60	50.97	
M3-1	49.38	50.78	49.32	50.78	50.07	
M3-2	50.40	50.20	50.38	50.18	50.29	
M3-3	51.20	50.62	51.36	49.30	50.62	
M3-4	50.80	49.82	51.20	49.80	50.41	
M3-5	51.10	51.00	51.18	50.78	51.02	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Amador Crico	NOMBRE: Juan Luis Hoyos Estivarez	NOMBRE: Iván Rivas Lopez
FECHA: 03/03/2023	FECHA: 03/03/2023	FECHA: 03/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LAS ALTURAS DE LAS PROBETAS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	AREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:	

ESPECÍMEN	DIMENSION NORMA		LADO		50.8	mm
	H1	H2	H3	H4	L prom.	
B1	49.95	49.13	50.35	49.37	49.70	
B2	50.46	49.96	50.06	50.16	50.16	
B3	49.48	50.16	49.58	49.96	49.80	
B4	50.76	49.96	50.54	50.46	50.43	
B5	49.96	50.44	49.74	50.66	50.20	
M1-1	49.75	49.85	49.95	49.85	49.85	
M1-2	50.13	50.25	49.95	49.95	50.07	
M1-3	48.95	50.33	48.95	50.75	49.75	
M1-4	49.39	50.27	49.39	50.17	49.81	
M1-5	49.57	49.77	49.79	49.77	49.73	
M2-1	51.65	50.27	51.45	50.27	50.91	
M2-2	50.07	49.77	50.07	49.77	49.92	
M2-3	48.97	51.57	49.17	51.77	50.37	
M2-4	51.95	50.25	51.95	49.95	51.03	
M2-5	51.33	50.45	51.33	50.55	50.92	
M3-1	49.36	50.76	49.30	50.76	50.05	
M3-2	50.38	50.18	50.36	50.16	50.27	
M3-3	51.18	50.60	51.34	49.28	50.60	
M3-4	50.75	49.77	51.15	49.75	50.36	
M3-5	51.05	50.95	51.13	50.73	50.97	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Ambrosio Chino</u>	NOMBRE: <u>Juan Luis Haas</u>	NOMBRE: <u>Kelly María Lopez</u>
FECHA: <u>03/03/2023</u>	FECHA: <u>03/03/2023</u>	FECHA: <u>03/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LOS LADOS DE LAS PROBETAS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	NTP 334.051				
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):			
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):			
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):			
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:			
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:			

DIMENSION NORMA	LADO				50.8	mm
	LADO EFECTIVO (mm)					
ESPECÍMEN	L1	L2	L3	L4	L prom.	
B1	51.20	51.58	51.40	51.52	51.43	
B2	49.82	50.80	50.82	49.82	50.32	
B3	51.18	49.32	51.18	49.30	50.25	
B4	50.56	51.10	50.58	51.18	50.86	
B5	50.40	50.50	50.38	50.54	50.46	
M1-1	49.40	51.50	49.30	51.50	50.43	
M1-2	50.20	49.94	50.10	49.92	50.04	
M1-3	50.92	50.20	51.10	50.40	50.66	
M1-4	50.96	50.70	51.10	50.58	50.84	
M1-5	48.80	49.78	48.82	49.80	49.30	
M2-1	50.30	50.00	50.10	50.05	50.11	
M2-2	50.50	49.45	50.75	50.10	50.20	
M2-3	50.70	49.00	50.75	49.10	49.89	
M2-4	51.10	51.75	51.35	51.10	51.33	
M2-5	51.15	50.00	51.10	50.20	50.61	
M3-1	50.10	50.00	50.05	50.10	50.06	
M3-2	50.15	48.90	50.25	48.90	49.55	
M3-3	50.50	50.90	50.10	50.75	50.56	
M3-4	50.90	50.25	50.80	50.15	50.53	
M3-5	50.75	50.00	50.90	50.00	50.41	

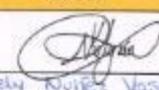
  

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <i>Patrick Francisco Chico</i>	NOMBRE: <i>Josue Luis Alvarez Martinez</i>	NOMBRE: <i>Kelly Francis Lopez</i>
FECHA: <i>08/02/2023</i>	FECHA: <i>08/02/2023</i>	FECHA: <i>08/02/2023</i>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LAS ALTURAS DE LAS PROBETAS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:	

ESPECÍMEN	LADO				L prom.
	H1	H2	H3	H4	
	50.8				mm
	ALTURA EFECTIVA (mm)				
B1	51.15	51.53	51.35	51.47	51.38
B2	49.78	50.76	50.78	49.78	50.28
B3	51.14	49.28	51.14	49.26	50.21
B4	50.52	51.06	50.54	51.14	50.82
B5	50.36	50.46	50.34	50.50	50.42
M1-1	49.36	51.46	49.26	51.46	50.39
M1-2	50.18	49.92	50.08	49.90	50.02
M1-3	50.90	50.18	51.08	50.38	50.64
M1-4	50.94	50.68	51.08	50.56	50.82
M1-5	48.78	49.76	48.80	49.78	49.28
M2-1	50.25	49.95	50.05	50.00	50.06
M2-2	50.45	49.40	50.70	50.05	50.15
M2-3	50.65	48.95	50.70	49.05	49.84
M2-4	51.07	51.72	51.32	51.07	51.30
M2-5	51.12	49.97	51.07	50.17	50.58
M3-1	50.07	49.97	50.02	50.07	50.03
M3-2	50.10	48.85	50.20	48.85	49.50
M3-3	50.45	50.85	50.05	50.70	50.51
M3-4	50.88	50.23	50.78	50.13	50.51
M3-5	50.73	49.98	50.88	49.98	50.39

OBSERVACIONES:

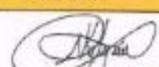
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Amblaspiata Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Quiroz Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	DIMENSIONES PROMEDIO DE LAS ALTURAS DE LAS PROBETAS				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	NTP 334.051				CMCH-LC-UPNC: .....
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):		LADO PROM. (cm):			
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):			
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):			
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:			
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:			

ESPECÍMEN	LADO				
	50.8	mm			
DIMENSION NORMA	ALTURA EFECTIVA (mm)				
	H1	H2	H3	H4	L prom.
B1	50.55	49.60	50.85	49.60	50.15
B2	50.76	50.91	50.86	50.76	50.82
B3	51.96	50.96	51.46	51.36	51.44
B4	51.06	49.76	50.96	49.96	50.44
B5	50.66	50.36	50.61	50.46	50.52
M1-1	50.95	50.70	51.00	50.75	50.85
M1-2	50.05	50.20	50.90	50.15	50.33
M1-3	51.35	50.60	51.35	50.75	51.01
M1-4	49.97	50.62	49.97	50.67	50.31
M1-5	50.67	49.87	50.57	49.97	50.27
M2-1	50.97	50.97	50.82	50.97	50.93
M2-2	49.82	50.87	49.77	50.77	50.31
M2-3	50.12	50.52	50.02	50.57	50.31
M2-4	50.70	51.40	50.95	51.25	51.08
M2-5	51.00	50.30	50.75	50.30	50.59
M3-1	50.78	49.78	50.98	49.68	50.31
M3-2	50.88	49.98	51.23	50.03	50.53
M3-3	51.23	49.98	51.08	49.68	50.49
M3-4	50.10	50.30	50.05	50.10	50.14
M3-5	50.05	49.95	50.95	49.95	50.23

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrícia Arribaspiata Chiro	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Kely Norez Vasquez
FECHA: 15/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 19/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....	
<b>NORMA</b>	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-5	LADO PROM. (cm):	5.103
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.097
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	26.025
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.62	19.21	0.01217
3	1000	0.68	38.42	0.01334
4	1500	0.72	57.64	0.01413
5	2000	0.77	76.85	0.01511
6	2500	0.82	96.06	0.01609
7	3447	0.89	132.45	0.01746

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
NOMBRE: <u>Patrick Ambrósio Franco</u>	NOMBRE: <u>Luis Rojas Martínez</u>	NOMBRE: <u>Kely Rosales Vasquez</u>
FECHA: <u>3/03/2023</u>	FECHA: <u>3/03/2023</u>	FECHA: <u>3/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-5	LADO PROM. (cm):	5.041
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.039
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.414
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.09	19.67	0.00179
3	1000	0.14	39.35	0.00278
4	1500	0.20	59.02	0.00397
5	2399	0.27	94.40	0.00536



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Arribasplata Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Reyes Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Nunez Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	MJ-5	LADO PROM. (cm):	5.028
FECHA DE ELABORACIÓN:	29/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.023
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA GARA PROM. (cm²):	25.276
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.80	19.78	0.01593
3	1000	0.86	39.56	0.01712
4	1500	0.91	59.35	0.01812
5	2000	0.97	79.13	0.01931
6	2829	1.07	111.93	0.02130



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Amblasplata Chico FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Zoray Luis Reyes Martinez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kelly Marina Vasquez FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-4	LADO PROM. (cm):	5.019
FECHA DE ELABORACION:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.014
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.188
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:	

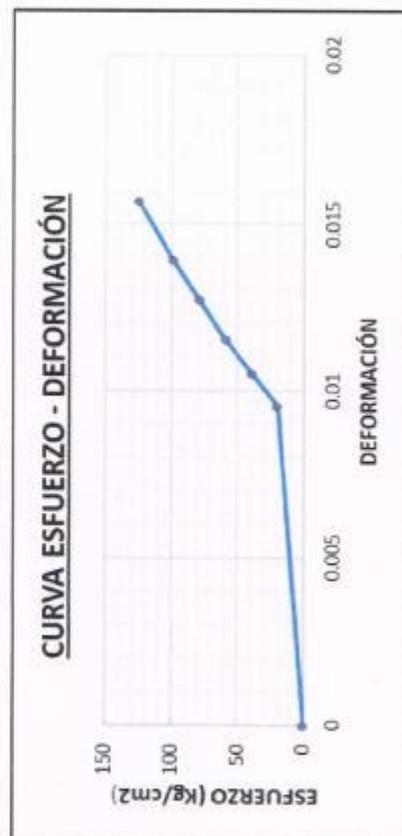
N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	0.22	19.85	0.00439
3	1000	0.27	39.70	0.00539
4	1500	0.31	59.55	0.00618
5	2000	0.34	79.40	0.00678
6	2544	0.40	116.88	0.00798

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

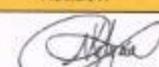
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: <u>Patrick Arribasplata Chico</u>	NOMBRE: <u>Socorro Luis Rojas Martinez</u>	NOMBRE: <u>Kely Dantes Velazquez</u>
FECHA: <u>17/02/2023</u>	FECHA: <u>17/02/2023</u>	FECHA: <u>17/02/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-4	LADO PROM. (cm):	5.041
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.036
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.407
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.48	19.68	0.00953
3	1000	0.53	39.36	0.01053
4	1500	0.58	59.04	0.01152
5	2000	0.64	78.72	0.01271
6	2500	0.70	98.40	0.01390
7	3162	0.79	124.46	0.01569

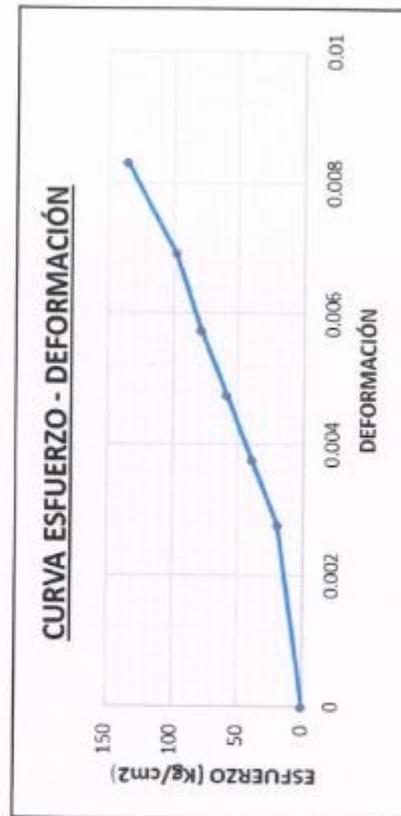


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Héctor Arribasplata Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Nuris Vasquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-3	LADO PROM. (cm):	5.062
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.060
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.624
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.14	19.51	0.00277
3	1000	0.19	39.03	0.00375
4	1500	0.24	58.54	0.00474
5	2000	0.29	78.05	0.00573
6	2500	0.35	97.57	0.00692
7	3451	0.42	134.68	0.00830

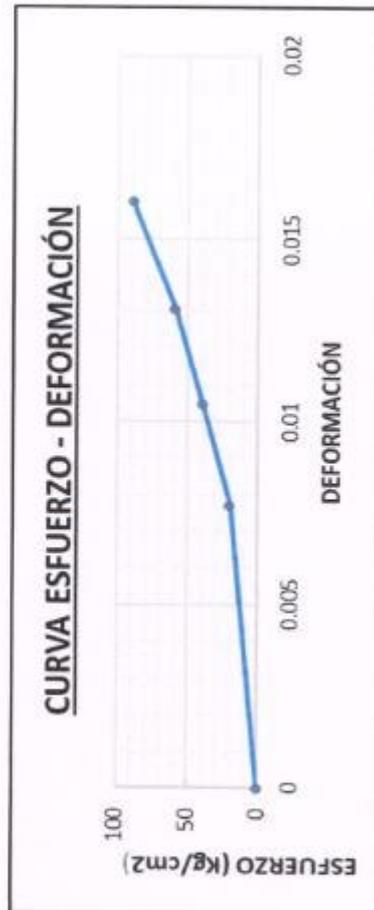


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Arambola Chico	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez	NOMBRE: Kelly Nolasco Vasquez
FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)	CODIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICION DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-4	LADO PROM. (cm):	5.053
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.051
FECHA DE ENSAYO:	8/7/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.528
EDAD DEL MORTERO:	7 Dias	RESPONSABLE:	
Nº DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

Nº	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.39	19.59	0.00772
3	1000	0.53	39.17	0.01049
4	1500	0.66	58.76	0.01307
5	2271	0.81	88.96	0.01604



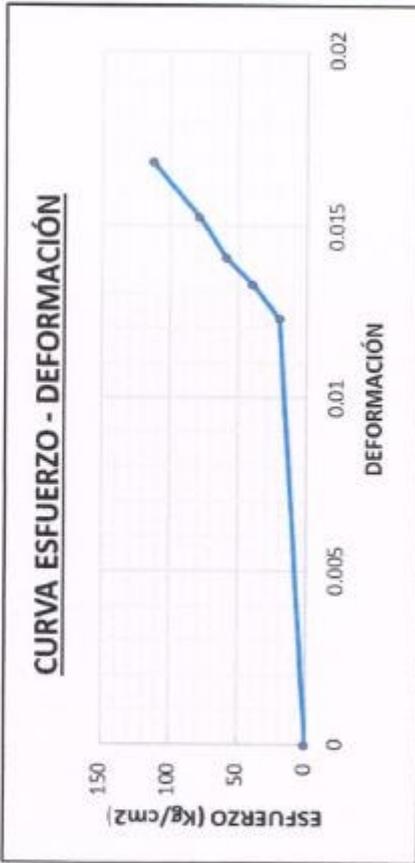
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Franco</u> FECHA: <u>8/02/2023</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Hoyos Martinez</u> FECHA: <u>8/02/2023</u>	NOMBRE: <u>Kaly Rocio Vasquez</u> FECHA: <u>8/02/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-3	LADO PROM. (cm):	5.051
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.049
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.515
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.62	19.60	0.01228
3	1000	0.67	39.19	0.01327
4	1500	0.71	58.79	0.01406
5	2000	0.77	78.38	0.01525
6	2873	0.85	112.60	0.01683



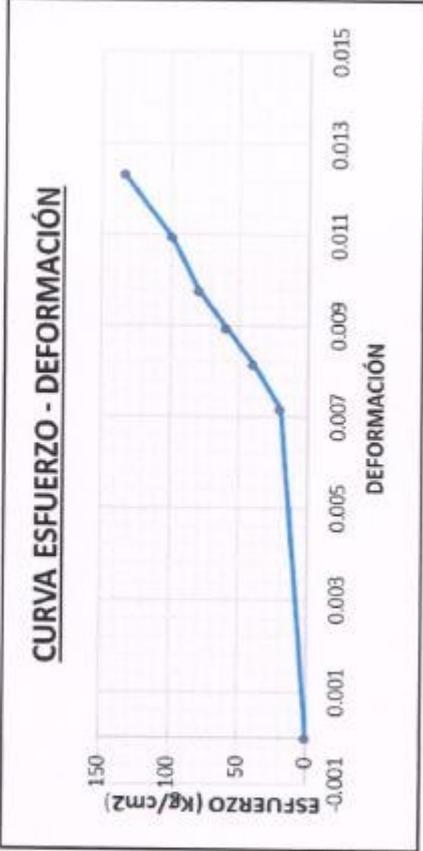
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Ambraspiata Chirco	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Kelly María Urquiza
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	M3-2	LADO PROM. (cm):	5.029	
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.027	
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.291	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.36	19.77	0.00716
3	1000	0.41	39.54	0.00816
4	1500	0.45	59.31	0.00895
5	2000	0.49	79.08	0.00975
6	2500	0.55	98.85	0.01094
7	3373	0.62	133.37	0.01233



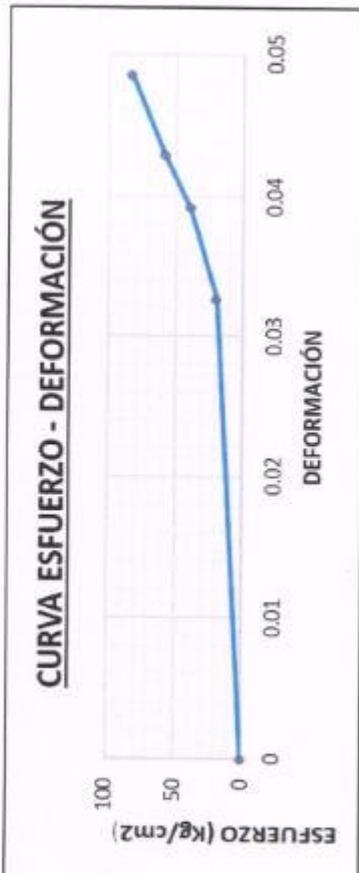
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Ambrosola Guico	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez	NOMBRE: Kely Torres
FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E608 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-1	LADO PROM. (cm):	5.056
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.051
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.566
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	1.65	19.56	0.03267
3	1000	1.98	39.11	0.03920
4	1500	2.17	58.67	0.04296
5	2118	2.45	82.85	0.04850



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Amblasplata Chico FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Kely Ruzel Vasquez FECHA: 8/10/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC, .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C-370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA. CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-2	LADO PROM. (cm):	4.955
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.950
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	34.552
EDAD DEL MORTERO:	7 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	esu
0	0	0	0
500	0.56	20.36	0.01131
1000	0.61	40.73	0.01232
1500	0.65	61.09	0.01313
2378	0.73	96.86	0.01475



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Ambasprata Cusco FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hinojosa Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Nolasco Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-2	LADO PROM. (cm):	5.055
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.053
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.553
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg · f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)
1	0	0	0	0
2	500	1.36	19.57	0.02691
3	1000	1.43	39.13	0.02830
4	1500	1.51	58.70	0.02988
5	2000	1.56	78.27	0.03087
6	2500	1.63	97.84	0.03226
7	3001	1.80	117.44	0.03562

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN (%)
0	0
19.57	0.02691
39.13	0.02830
58.70	0.02988
78.27	0.03087
97.84	0.03226
117.44	0.03562

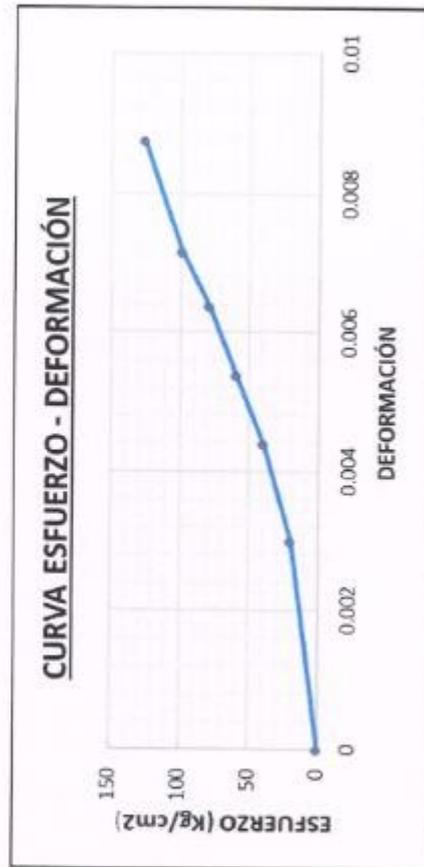
  

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Arrimpeblu Chico FECHA: 14/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 14/02/2023	NOMBRE: Kelly Esther Vicosque FECHA: 14/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-1	LADO PROM. (cm):	5.033
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.031
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.326
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg-f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	0.15	19.74	0.00298
3	1000	0.22	39.49	0.00437
4	1500	0.27	59.23	0.00537
5	2000	0.32	78.97	0.00636
6	2500	0.36	98.71	0.00716
7	3183	0.44	125.68	0.00875



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Armaspata Chico FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kelly Nurber Vasquez FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-1	LADO PROM. (cm):	5.007
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.005
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.065
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_{II}$
1	0	0	0	0
2	500	1.45	19.95	0.02897
3	1000	1.52	39.90	0.03037
4	1500	1.56	59.84	0.03117
5	2000	1.62	79.79	0.03237
6	2500	1.66	99.74	0.03317
7	3449	1.73	137.60	0.03457

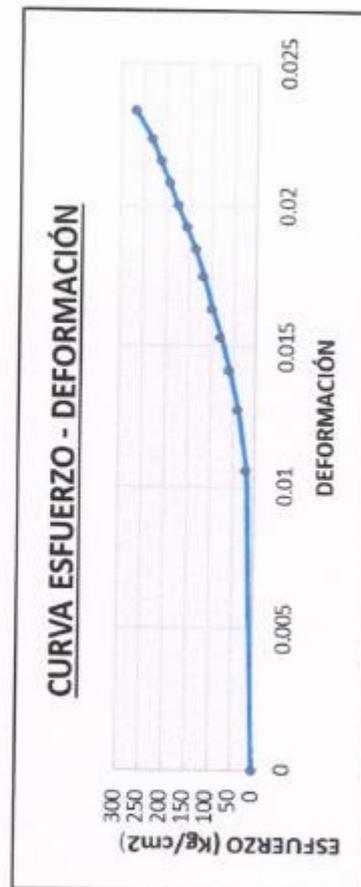


OBSERVACIONES:

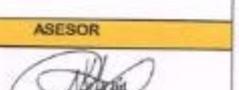
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Armasplata Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Noriega Viquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-5	LADO PROM. (cm):	5.097
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.092
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	25.974
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.54	19.25	0.01061
3	1000	0.65	38.50	0.01277
4	1500	0.72	57.75	0.01414
5	2000	0.78	77.00	0.01532
6	2500	0.83	96.25	0.01630
7	3000	0.89	115.50	0.01748
8	3500	0.94	134.75	0.01846
9	4000	0.98	154.00	0.01925
10	4500	1.02	173.25	0.02003
11	5000	1.06	192.50	0.02082
12	5500	1.10	211.75	0.02160
13	6000	1.14	231.00	0.02239
14	6951	1.19	267.61	0.02337

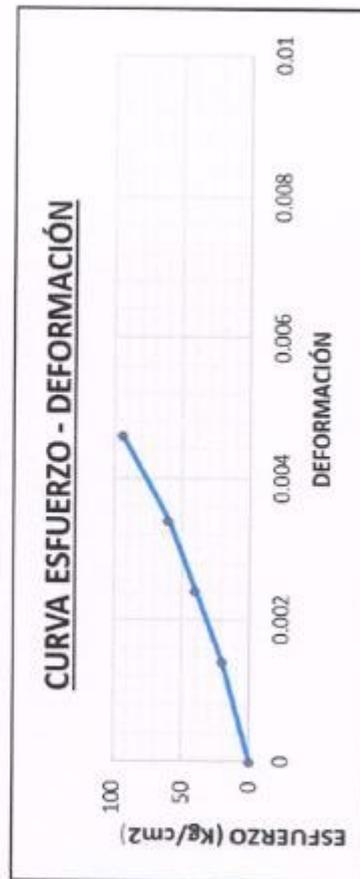


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Ambrósio Franco	NOMBRE: Jorge Luis Alvaro Martinez	NOMBRE: Kelly Nunez Vasquez
FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3-1	LADO PROM. (cm):	5.006
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.003
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	25.063
EDAD DEL MORTERO:	7 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.07	19.95	0.00140
3	1000	0.12	39.90	0.00240
4	1500	0.17	59.85	0.00340
5	2353	0.23	93.89	0.00460



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Armaspata Guico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Mayo Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Felix Nunez Vargas FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-5	LADO PROM. (cm):	5.064
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.059
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.642
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	1.08	19.50	0.02135
3	1000	1.19	39.00	0.02352
4	1500	1.26	58.50	0.02491
5	2000	1.33	78.00	0.02629
6	2500	1.39	97.50	0.02748
7	3000	1.46	117.00	0.02886
8	3500	1.52	136.50	0.03005
9	4000	1.58	156.00	0.03123
10	4500	1.65	175.50	0.03262
11	5000	1.73	195.00	0.03420
12	5652	1.84	220.42	0.03637



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Andrés Ambrósio Chico	NOMBRE: Jorge Luis Reyes Martínez	NOMBRE: Kely Núñez Vargas
FECHA: 19/02/2023	FECHA: 19/02/2023	FECHA: 19/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC.....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051				
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"				
ID. MORTERO (especimen):	M2-4	LADO PROM. (cm):	5.108		
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.103		
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	26.087		
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:			
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:			

N°	CARGA (Kg - f)	DEFORMA	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0	0
2	500	221	2.21	19.17	0.04331
3	1000	245	2.45	38.33	0.04802
4	1500	258	2.58	57.50	0.05056
5	2000	270	2.70	76.67	0.05292
6	2500	280	2.80	95.83	0.05488
7	3000	292	2.92	115.00	0.05723
8	3500	299	2.99	134.17	0.05860
9	4000	307	3.07	153.34	0.06017
10	4500	315	3.15	172.50	0.06173
11	5000	330	3.30	191.67	0.06467
12	5903	341	3.41	226.29	0.06683

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrón Arribaspata Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kelly Rivas Vargas FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-1	LADO PROM. (cm):	5.061
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.058
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.616
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (kg - f)	Deformación	σ (kg/cm <sup>2</sup> )	ε <sub>m</sub>
1	0	0	0	0
2	500	0.75	18.98	0.01462
3	1000	0.89	37.96	0.01735
4	1500	0.99	56.94	0.01930
5	2000	1.05	75.92	0.02047
6	2500	1.09	94.90	0.02125
7	3000	1.15	113.88	0.02242
8	3500	1.19	132.86	0.02320
9	4000	1.24	151.85	0.02417
10	4781	1.30	181.49	0.02534



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Ambrósio Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Nieves Viquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UFNC: .....
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (espécimen):	M2-4	LADO PROM. (cm):	5.113
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.108
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	26.138
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	etc
1	0	0	0	0
2	500	0.42	19.13	0.00822
3	1000	0.53	38.26	0.01038
4	1500	0.62	57.39	0.01214
5	2000	0.67	76.52	0.01312
6	2500	0.72	95.65	0.01410
7	3000	0.75	114.78	0.01468
8	3500	0.79	133.91	0.01547
9	4000	0.82	153.04	0.01605
10	4500	0.85	172.17	0.01664
11	5445	0.90	208.32	0.01762

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrício Arribaspata Chico FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kelly Néstor Viquez FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-4	LADO PROM. (cm):	5.133
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.130
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	26.343
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_{II}$
1	0	0	0	0
2	500	0.75	18.98	0.01462
3	1000	0.89	37.96	0.01735
4	1500	0.99	56.94	0.01930
5	2000	1.05	75.92	0.02047
6	2500	1.09	94.90	0.02125
7	3000	1.15	113.88	0.02242
8	3500	1.19	132.86	0.02320
9	4000	1.24	151.85	0.02417
10	4781	1.30	181.49	0.02534



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Armasplata Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRALÍLICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTG E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-3	LADO PROM. (cm):	5.040
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.037
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.402
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.36	19.68	0.00715
3	1000	0.51	39.37	0.01013
4	1500	0.65	59.05	0.01290
5	2000	0.77	78.74	0.01529
6	2500	0.85	98.42	0.01688
7	3000	0.92	118.10	0.01826
8	3500	0.97	137.79	0.01926
9	4000	1.02	157.47	0.02025
10	4500	1.07	177.15	0.02124
11	5000	1.10	196.84	0.02184
12	5500	1.14	216.52	0.02263
13	6000	1.18	236.21	0.02343
14	6546	1.32	257.70	0.02621



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Ambrasplata Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kelly Nolasco Vasquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC. ....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especímen):	M2-3	LADO PROM. (cm):	4.989
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.964
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	24.888
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.40	20.09	0.00803
3	1000	0.62	40.18	0.01244
4	1500	0.77	60.27	0.01545
5	2000	0.89	80.36	0.01786
6	2500	0.98	100.45	0.01966
7	3000	1.09	120.54	0.02187
8	3500	1.17	140.63	0.02348
9	4000	1.26	160.72	0.02528
10	4743	1.29	190.58	0.02588

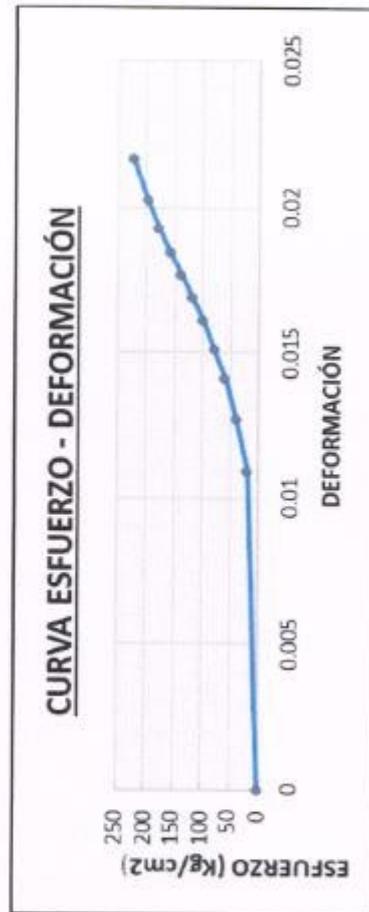
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR		
NOMBRE: Patrick Ambrosolata Chico			NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez			NOMBRE: Kelly Natividad Vasquez		
FECHA: 8/02/2023			FECHA: 8/02/2023			FECHA: 8/02/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-1	LADO PROM. (cm):	5.034
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.031
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.339
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.55	19.73	0.01093
3	1000	0.64	39.47	0.01272
4	1500	0.71	59.20	0.01411
5	2000	0.76	78.93	0.01511
6	2500	0.81	98.66	0.01610
7	3000	0.85	118.40	0.01690
8	3500	0.89	138.13	0.01769
9	4000	0.93	157.86	0.01849
10	4500	0.97	177.59	0.01928
11	5000	1.02	197.33	0.02028
12	5659	1.09	223.33	0.02167

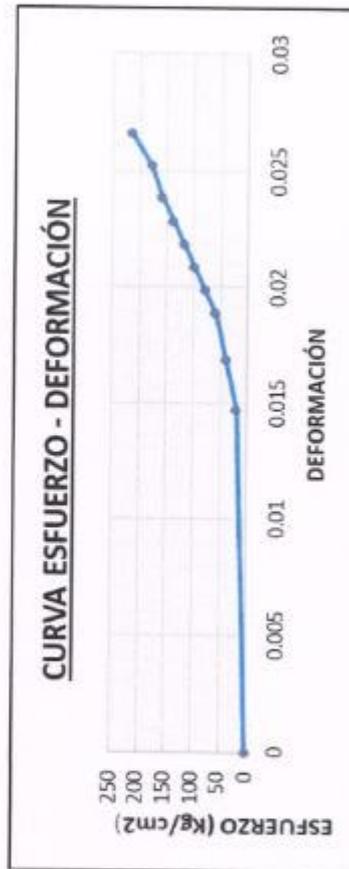


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrícia Amblasprata Guico FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kely Nieves Jaques FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC. ....	
NORMA	MTG E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-2	LADO PROM. (cm):	5.034
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.031
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.339
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.74	19.73	0.01471
3	1000	0.85	39.47	0.01690
4	1500	0.95	59.20	0.01888
5	2000	1.00	78.93	0.01988
6	2500	1.05	98.66	0.02087
7	3000	1.10	118.40	0.02187
8	3500	1.15	138.13	0.02286
9	4000	1.20	157.86	0.02385
10	4500	1.27	177.59	0.02524
11	5449	1.34	215.05	0.02664



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Ambrósio Chino FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Viquez FECHA: 17/02/2023

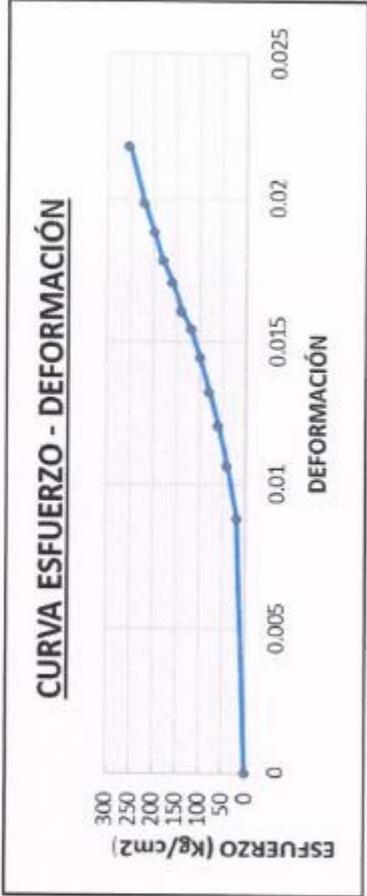
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-LPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-2	LADO PROM. (cm):	4.995
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.992
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	24.950
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.44	20.04	0.00881
3	1000	0.53	40.08	0.01062
4	1500	0.60	60.12	0.01202
5	2000	0.66	80.16	0.01322
6	2500	0.72	100.20	0.01442
7	3000	0.77	120.24	0.01542
8	3500	0.80	140.28	0.01603
9	4000	0.85	160.32	0.01703
10	4500	0.89	180.36	0.01783
11	5000	0.94	200.40	0.01883
12	5500	0.99	220.44	0.01983
13	6326	1.09	253.55	0.02183

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Arriagada Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Nuñez Vasquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO -- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-1	LADO PROM. (cm):	5.094
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.091
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.949
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

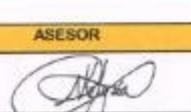
N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.64	19.27	0.01257
3	1000	0.74	38.54	0.01454
4	1500	0.80	57.81	0.01571
5	2000	0.85	77.07	0.01670
6	2500	0.90	96.34	0.01768
7	3000	0.94	115.61	0.01846
8	3500	0.98	134.88	0.01925
9	4000	1.01	154.15	0.01984
10	4500	1.03	173.42	0.02023
11	5000	1.06	192.69	0.02082
12	5500	1.10	211.96	0.02161
13	6000	1.14	231.22	0.02239
14	6903	1.19	266.02	0.02337



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Francko Urcos</u>	NOMBRE: <u>Sergio Luis Hoyos Martinez</u>	NOMBRE: <u>Kely Nuñez</u>
FECHA: <u>3/03/2023</u>	FECHA: <u>3/03/2023</u>	FECHA: <u>3/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....	
<b>NORMA</b>	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (espécimen):	M2-2	LADO PROM. (cm):	5.020
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.015
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.200
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	etc
1	0	0	0	0
2	500	0.36	19.84	0.00718
3	1000	0.39	39.68	0.00778
4	1500	0.47	59.52	0.00937
5	2000	0.53	79.36	0.01057
6	2500	0.58	99.20	0.01157
7	3000	0.62	119.05	0.01236
8	3500	0.65	138.89	0.01296
9	4000	0.68	158.73	0.01356
10	4500	0.72	178.57	0.01436
11	5112	0.78	202.85	0.01555

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
NOMBRE: Patrick Francisco Ambayobachi FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kelly Nuñez Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 60.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-5	LADO PROM. (cm):	4.976
FECHA DE ELABORACION:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.973
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	24.756
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_{cu}$
1	0	0	0	0
2	500	1.20	20.20	0.02413
3	1000	1.35	40.39	0.02715
4	1500	1.48	60.59	0.02976
5	2000	1.58	80.79	0.03177
6	2500	1.66	100.99	0.03338
7	3000	1.75	121.18	0.03519
8	3500	1.83	141.38	0.03680
9	4000	1.90	161.58	0.03821
10	4500	1.95	181.78	0.03922
11	5000	2.00	201.97	0.04022
12	5500	2.04	222.17	0.04103
13	6000	2.08	242.37	0.04183
14	6500	2.11	262.57	0.04243
15	7000	2.14	282.76	0.04304
16	7500	2.17	302.96	0.04364
17	8000	2.19	323.16	0.04404
18	8500	2.22	343.36	0.04465
19	9000	2.24	363.55	0.04505
20	9500	2.27	383.75	0.04565
21	10000	2.30	403.95	0.04625
22	10500	2.32	424.15	0.04666
23	11333	2.36	457.80	0.04746

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrícia Arrabalato Uricó	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martínez	NOMBRE: Kely Nuñez Jaques
FECHA: 3/03/2023	FECHA: 2/02/2023	FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-1	LADO PROM. (cm):	5.011
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.006
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.113
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.06	19.91	0.00120
3	1000	0.13	39.82	0.00260
4	1500	0.19	59.73	0.00380
5	2000	0.23	79.64	0.00459
6	2500	0.26	99.55	0.00519
7	3000	0.29	119.46	0.00579
8	3500	0.32	139.37	0.00639
9	4000	0.35	159.28	0.00699
10	4818	0.40	191.86	0.00799

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Antonio Aristopinto Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Huayo Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Nieves Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2-I	LADO PROM. (cm):	5.096
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.093
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.972
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	0.48	19.25	0.00942
3	1000	0.63	38.50	0.01237
4	1500	0.71	57.76	0.01394
5	2000	0.80	77.01	0.01571
6	2500	0.88	96.26	0.01728
7	3000	0.94	115.51	0.01846
8	3500	0.99	134.76	0.01944
9	4000	1.03	154.01	0.02022
10	4500	1.07	173.27	0.02101
11	5000	1.12	192.52	0.02199
12	5729	1.22	220.59	0.02395

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Banchigplat Chica	NOMBRE: Jorge Luis Haysa Martínez	NOMBRE: Kelly Dávila
FECHA: 14/02/2023	FECHA: 14/02/2023	FECHA: 14/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CODIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC:.....	
<b>NORMA</b>	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-5	LADO PROM. (cm):	4.930
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.928
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	24.305
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon_m$
1	0	0	0	0
2	500	0.07	20.57	0.00142
3	1000	0.09	41.14	0.00183
4	1500	0.12	61.72	0.00244
5	2000	0.14	82.29	0.00284
6	2500	0.18	102.86	0.00365
7	3000	0.21	123.43	0.00426
8	3500	0.24	144.00	0.00487
9	4000	0.26	164.58	0.00528
10	4500	0.29	185.15	0.00588
11	5000	0.32	205.72	0.00649
12	5500	0.34	226.29	0.00690
13	6000	0.37	246.86	0.00751
14	6500	0.39	267.44	0.00791
15	7000	0.42	288.01	0.00852
16	7500	0.45	308.58	0.00913
17	8000	0.48	329.15	0.00974
18	8500	0.51	349.72	0.01035
19	9000	0.54	370.30	0.01096
20	9500	0.58	390.87	0.01177
21	10000	0.61	411.44	0.01238
22	10542	0.67	433.74	0.01360

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
NOMBRE: Patricia Arceobispata Uricu	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez	NOMBRE: Kely Alvarez Vasquez
FECHA: 8/02/2023	FECHA: 8/02/2023	FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	M1-5	LADO PROM. (cm):	5.030	
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.027	
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.301	
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.52	19.76	0.01034
3	1000	0.61	39.52	0.01213
4	1500	0.66	59.29	0.01313
5	2000	0.71	79.05	0.01412
6	2500	0.75	98.81	0.01492
7	3000	0.80	118.57	0.01591
8	3500	0.84	138.33	0.01671
9	4000	0.87	158.10	0.01731
10	4500	0.91	177.86	0.01810
11	5000	0.96	197.62	0.01910
12	5500	1.00	217.38	0.01989
13	6000	1.03	237.15	0.02049
14	6500	1.08	256.91	0.02148
15	7000	1.12	276.67	0.02228
16	7500	1.21	296.43	0.02407
17	8000	1.26	316.19	0.02506
18	8500	1.31	335.96	0.02606
19	9237	1.37	365.09	0.02725

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: <u>Patrick Francko Guico</u>	NOMBRE: <u>Kely Nieves Torres Martinez</u>	NOMBRE: <u>Kely Nieves Torres</u>
FECHA: <u>17/02/2023</u>	FECHA: <u>17/02/2023</u>	FECHA: <u>17/02/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-4	LADO PROM. (cm):	5.034
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.031
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.339
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.81	19.73	0.01610
3	1000	0.98	39.47	0.01948
4	1500	1.13	59.20	0.02246
5	2000	1.29	78.93	0.02564
6	2500	1.36	98.66	0.02703
7	3000	1.47	118.40	0.02922
8	3500	1.55	138.13	0.03081
9	4000	1.60	157.86	0.03180
10	4500	1.66	177.59	0.03300
11	5000	1.71	197.33	0.03399
12	5500	1.75	217.06	0.03479
13	6000	1.78	236.79	0.03538
14	6500	1.82	256.53	0.03618
15	7000	1.88	276.26	0.03737
16	7500	1.92	295.99	0.03817
17	8000	1.96	315.72	0.03896
18	8500	2.02	335.46	0.04015
19	9000	2.10	355.19	0.04174
20	9592	2.20	378.55	0.04373

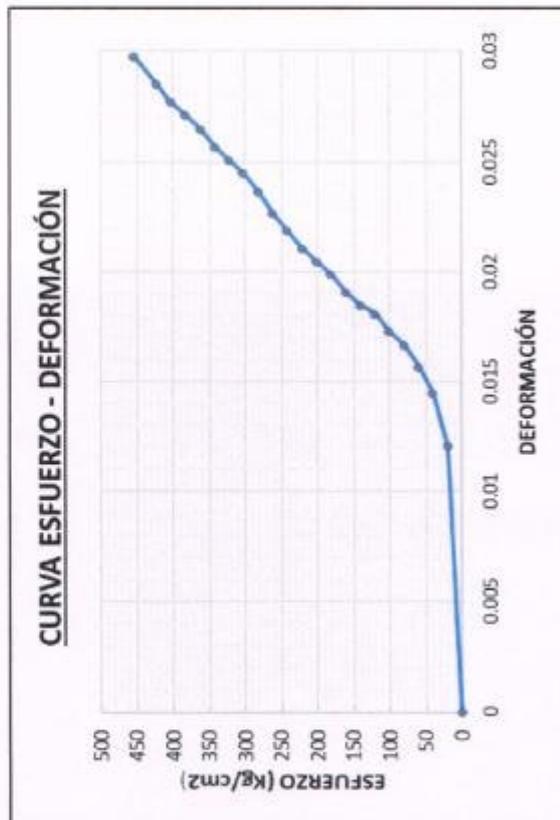
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrícia Ambrósola Chico FECHA: 17 Feb 2023	NOMBRE: Jorge Luis Huayta Martínez FECHA: 17 Feb 2023	NOMBRE: Kelly Núñez Vásquez FECHA: 17 Feb 2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E809 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	MI-4	LADO PROM. (cm):	4.984
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.981
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	34.835
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.60	20.13	0.01205
3	1000	0.72	40.27	0.01446
4	1500	0.78	60.40	0.01566
5	2000	0.83	80.53	0.01666
6	2500	0.86	100.66	0.01727
7	3000	0.90	120.80	0.01807
8	3500	0.92	140.93	0.01847
9	4000	0.95	161.06	0.01907
10	4500	0.99	181.19	0.01988
11	5000	1.02	201.33	0.02048
12	5500	1.05	221.46	0.02108
13	6000	1.09	241.59	0.02189
14	6500	1.13	261.72	0.02269
15	7000	1.18	281.86	0.02369
16	7500	1.22	301.99	0.02450
17	8000	1.25	322.12	0.02510
18	8500	1.28	342.26	0.02570
19	9000	1.32	362.39	0.02650
20	9500	1.35	382.52	0.02711
21	10000	1.38	402.65	0.02771
22	10500	1.42	422.79	0.02851
23	11240	1.48	452.58	0.02972



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Arambolleta Uchico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vásquez FECHA: 3/03/2023

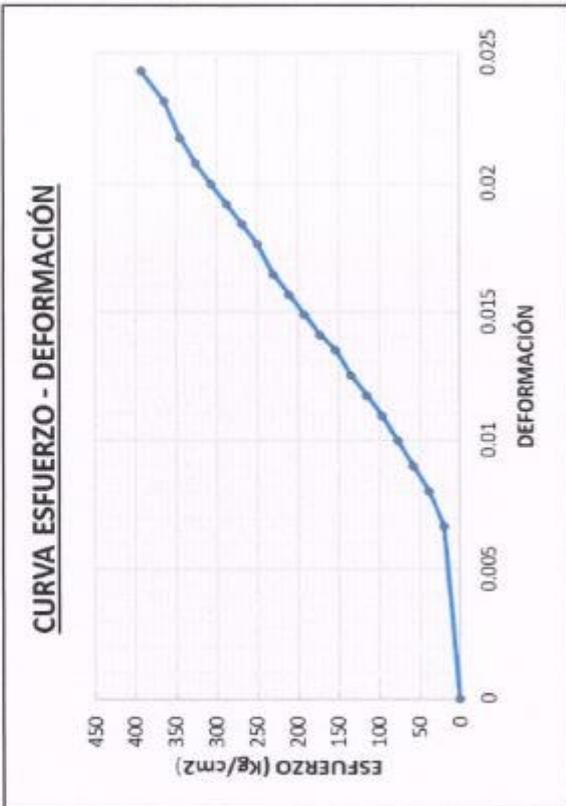
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	M1-3	LADO PROM. (cm):	5.106	
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.101	
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	26.074	
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon_u$
1	0	0	0	0
2	500	0.34	19.18	0.00667
3	1000	0.41	38.35	0.00804
4	1500	0.46	57.53	0.00902
5	2000	0.51	76.71	0.01000
6	2500	0.56	95.88	0.01098
7	3000	0.60	115.06	0.01176
8	3500	0.64	134.23	0.01255
9	4000	0.69	153.41	0.01353
10	4500	0.72	172.59	0.01411
11	5000	0.76	191.76	0.01490
12	5500	0.80	210.94	0.01568
13	6000	0.84	230.12	0.01647
14	6500	0.90	249.29	0.01764
15	7000	0.94	268.47	0.01843
16	7500	0.98	287.65	0.01921
17	8000	1.02	306.82	0.02000
18	8500	1.06	326.00	0.02078
19	9000	1.11	345.17	0.02176
20	9500	1.18	364.35	0.02313
21	10231	1.24	392.39	0.02431

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Aracelys Plata Guico	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez	NOMBRE: Kely Muñoz Vasquez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.061		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-3	LADO PROM. (cm):	4.980
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/1/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.975
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	24.795
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.71	20.17	0.01427
3	1000	0.75	40.33	0.01508
4	1500	0.79	60.50	0.01588
5	2000	0.84	80.66	0.01689
6	2500	0.88	100.83	0.01769
7	3000	0.93	120.99	0.01870
8	3500	0.97	141.16	0.01950
9	4000	1.02	161.32	0.02050
10	4500	1.05	181.49	0.02111
11	5000	1.09	201.65	0.02191
12	5500	1.12	221.82	0.02251
13	6000	1.16	241.98	0.02332
14	6500	1.22	262.15	0.02453
15	7000	1.29	282.31	0.02593
16	7500	1.35	302.48	0.02714
17	8000	1.41	322.64	0.02834
18	8500	1.45	342.81	0.02915
19	9000	1.50	362.97	0.03015
20	9500	1.54	383.14	0.03096
21	10000	1.61	403.30	0.03237
22	10817	1.70	436.25	0.03417

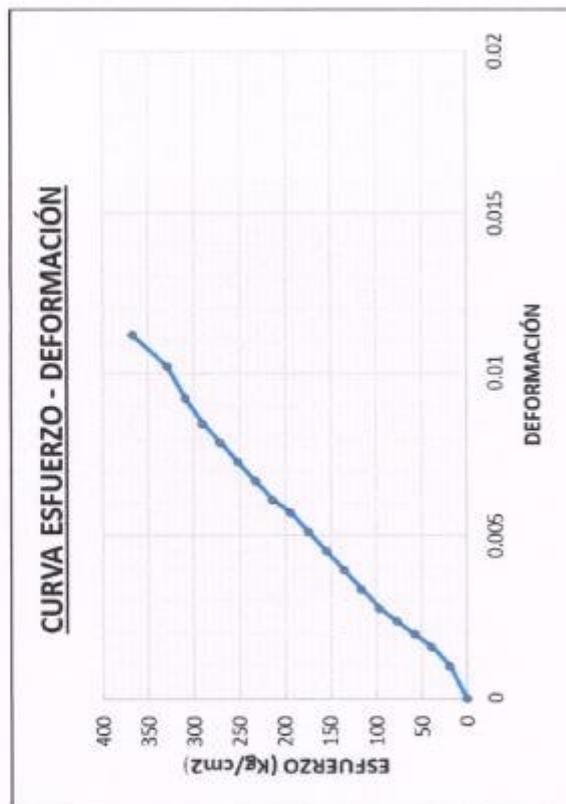
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrick Francko FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyer FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-4	LADO PROM. (cm):	5.084
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.082
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.842
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
Nº DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:	

Nº	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.05	19.35	0.00098
3	1000	0.08	38.70	0.00157
4	1500	0.10	58.05	0.00197
5	2000	0.12	77.39	0.00236
6	2500	0.14	96.74	0.00276
7	3000	0.17	116.09	0.00335
8	3500	0.20	135.44	0.00394
9	4000	0.23	154.79	0.00453
10	4500	0.26	174.14	0.00512
11	5000	0.29	193.48	0.00571
12	5500	0.31	212.83	0.00610
13	6000	0.34	232.18	0.00669
14	6500	0.37	251.53	0.00728
15	7000	0.40	270.88	0.00787
16	7500	0.43	290.23	0.00846
17	8000	0.47	309.57	0.00925
18	8500	0.52	328.92	0.01023
19	9474	0.57	366.61	0.01122

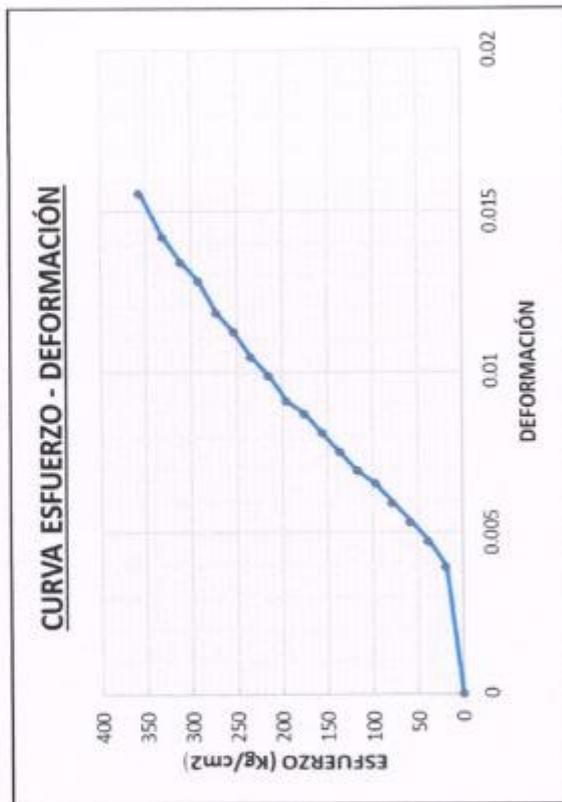


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrícia Arachapala Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Ortega Martínez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kelly Dávila Alvarado FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NOORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-3	LADO PROM. (cm):	5.066
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.064
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	25.659
EDAD DEL MORTERO:	7 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg · f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.20	19.49	0.00395
3	1000	0.24	38.97	0.00474
4	1500	0.27	58.46	0.00533
5	2000	0.30	77.94	0.00592
6	2500	0.33	97.43	0.00652
7	3000	0.35	116.92	0.00691
8	3500	0.38	136.40	0.00750
9	4000	0.41	155.89	0.00810
10	4500	0.44	175.38	0.00869
11	5000	0.46	194.86	0.00908
12	5500	0.50	214.35	0.00987
13	6000	0.53	233.83	0.01047
14	6500	0.57	253.32	0.01126
15	7000	0.60	272.81	0.01185
16	7500	0.65	292.29	0.01284
17	8000	0.68	311.78	0.01343
18	8500	0.72	331.26	0.01422
19	9156	0.79	356.83	0.01560



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrón de Armaspata Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Torres Marhuco FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Muñoz FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C-370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	MI-2	LADO PROM. (cm):	5.004
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.002
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.040
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.11	19.97	0.00220
3	1000	0.15	39.94	0.00300
4	1500	0.21	59.90	0.00420
5	2000	0.26	79.87	0.00520
6	2500	0.29	99.84	0.00580
7	3000	0.32	119.81	0.00640
8	3500	0.36	139.78	0.00720
9	4000	0.38	159.74	0.00760
10	4500	0.41	179.71	0.00820
11	5000	0.44	199.68	0.00880
12	5500	0.47	219.65	0.00940
13	6000	0.49	239.62	0.00980
14	6500	0.52	259.58	0.01040
15	7000	0.55	279.55	0.01100
16	7500	0.57	299.52	0.01140
17	8000	0.60	319.49	0.01200
18	8500	0.63	339.46	0.01259
19	9000	0.67	359.42	0.01339
20	9500	0.70	379.39	0.01399
21	9926	0.76	396.41	0.01519

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

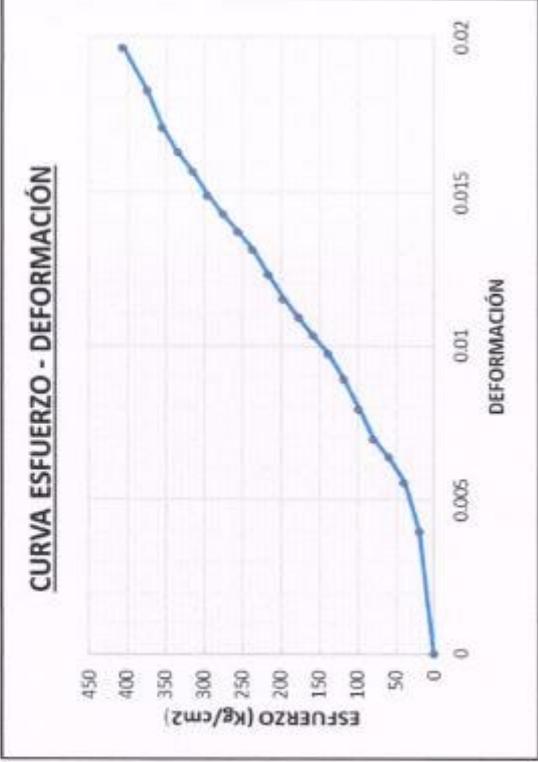
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrícia Arambasplata FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Machuca FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kelly Núñez Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
<b>PROTOCOLO</b>				
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b>
<b>NORMA</b>	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			<b>CMCH-LC-UPNC:</b> .....
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	MI-2	LADO PROM. (cm):	5.038	
FECHA DE ELABORACION:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.033	
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.376	
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.20	19.70	0.00397
3	1000	0.28	39.41	0.00556
4	1500	0.32	59.11	0.00636
5	2000	0.35	78.81	0.00695
6	2500	0.40	98.52	0.00795
7	3000	0.45	118.22	0.00894
8	3500	0.49	137.92	0.00974
9	4000	0.52	157.63	0.01033
10	4500	0.55	177.33	0.01093
11	5000	0.58	197.03	0.01153
12	5500	0.62	216.74	0.01232
13	6000	0.66	236.44	0.01311
14	6500	0.69	256.14	0.01371
15	7000	0.72	275.85	0.01431
16	7500	0.75	295.55	0.01490
17	8000	0.79	315.25	0.01570
18	8500	0.82	334.96	0.01629
19	9000	0.86	354.66	0.01709
20	9500	0.92	374.36	0.01828
21	10310	0.99	406.28	0.01967

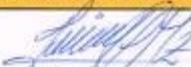
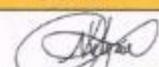
  



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:

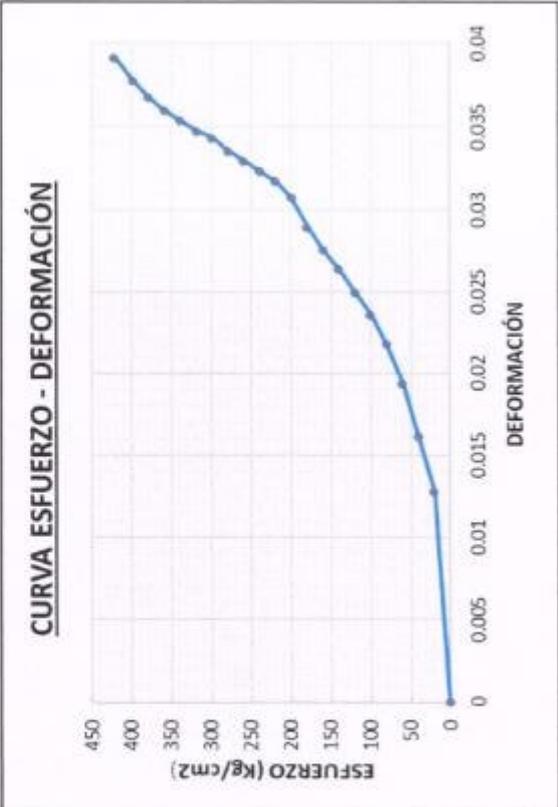
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Arantxapala Franco	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez	NOMBRE: Kely Alvarez Vazquez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-2	LADO PROM. (cm):	5.012
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.007
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	AREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.120
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

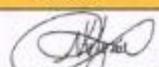
N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.64	19.90	0.01278
3	1000	0.81	39.81	0.01618
4	1500	0.97	59.71	0.01937
5	2000	1.09	79.62	0.02177
6	2500	1.18	99.52	0.02357
7	3000	1.25	119.43	0.02497
8	3500	1.32	139.33	0.02636
9	4000	1.38	159.23	0.02756
10	4500	1.45	179.14	0.02896
11	5000	1.54	199.04	0.03076
12	5500	1.59	218.95	0.03176
13	6000	1.62	238.85	0.03235
14	6500	1.65	258.76	0.03295
15	7000	1.68	278.66	0.03355
16	7500	1.72	298.57	0.03435
17	8000	1.74	318.47	0.03475
18	8500	1.77	338.37	0.03535
19	9000	1.80	358.28	0.03595
20	9500	1.84	378.18	0.03675
21	10000	1.89	398.09	0.03775
22	10575	1.96	420.98	0.03915



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrino Ambrospata Chico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vasquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....	
<b>NORMA</b>	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-1	LADO PROM. (cm):	5.090
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.085
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.908
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.75	19.30	0.01475
3	1000	0.89	38.60	0.01750
4	1500	1.05	57.90	0.02065
5	2000	1.14	77.20	0.02242
6	2500	1.22	96.49	0.02399
7	3000	1.31	115.79	0.02576
8	3500	1.38	135.09	0.02714
9	4000	1.45	154.39	0.02852
10	4500	1.50	173.69	0.02950
11	5000	1.55	192.99	0.03048
12	5500	1.61	212.29	0.03166
13	6000	1.68	231.59	0.03304
14	6500	1.74	250.89	0.03422
15	7000	1.79	270.19	0.03520
16	7500	1.84	289.48	0.03618
17	8000	1.89	308.78	0.03717
18	8634	1.97	333.25	0.03874

**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: <i>Patricio Archibopata Chico</i>	NOMBRE: <i>Jose Luis Reyes Martinez</i>	NOMBRE: <i>Kely Miriam Vasquez</i>
FECHA: <i>17/02/2023</i>	FECHA: <i>17/02/2023</i>	FECHA: <i>17/02/2023</i>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	MI-1	LADO PROM. (cm):	4.990
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.985
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	24.900
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.75	19.30	0.01475
3	1000	0.89	38.60	0.01750
4	1500	1.05	57.90	0.02065
5	2000	1.14	77.20	0.02242
6	2500	1.22	96.49	0.02399
7	3000	1.31	115.79	0.02576
8	3500	1.38	135.09	0.02714
9	4000	1.45	154.39	0.02852
10	4500	1.50	173.69	0.02950
11	5000	1.55	192.99	0.03048
12	5500	1.61	212.29	0.03166
13	6000	1.68	231.59	0.03304
14	6500	1.74	250.89	0.03422
15	7000	1.79	270.19	0.03520
16	7500	1.84	289.48	0.03618
17	8000	1.89	308.78	0.03717
18	8634	1.97	333.25	0.03874

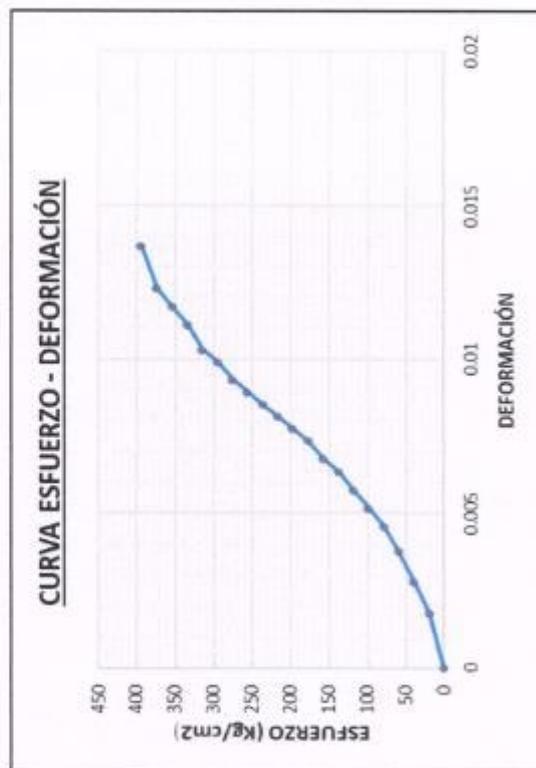
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrick Arcozapata Guico FECHA: 3.03.2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 3.03.2023	NOMBRE: Kelly Nieves Vasquez FECHA: 3.03.2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.061		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1-1	LADO PROM. (cm):	5.043
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.039
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.427
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.09	19.66	0.00179
3	1000	0.14	39.33	0.00278
4	1500	0.19	58.99	0.00377
5	2000	0.23	78.66	0.00456
6	2500	0.26	98.32	0.00516
7	3000	0.29	117.99	0.00576
8	3500	0.32	137.65	0.00635
9	4000	0.34	157.31	0.00675
10	4500	0.37	176.98	0.00734
11	5000	0.39	196.64	0.00774
12	5500	0.41	216.31	0.00814
13	6000	0.43	235.97	0.00853
14	6500	0.45	255.64	0.00893
15	7000	0.47	275.30	0.00933
16	7500	0.50	294.96	0.00992
17	8000	0.52	314.63	0.01032
18	8500	0.56	334.29	0.01111
19	9000	0.59	353.96	0.01171
20	9500	0.62	373.62	0.01231
21	10032	0.69	394.54	0.01369

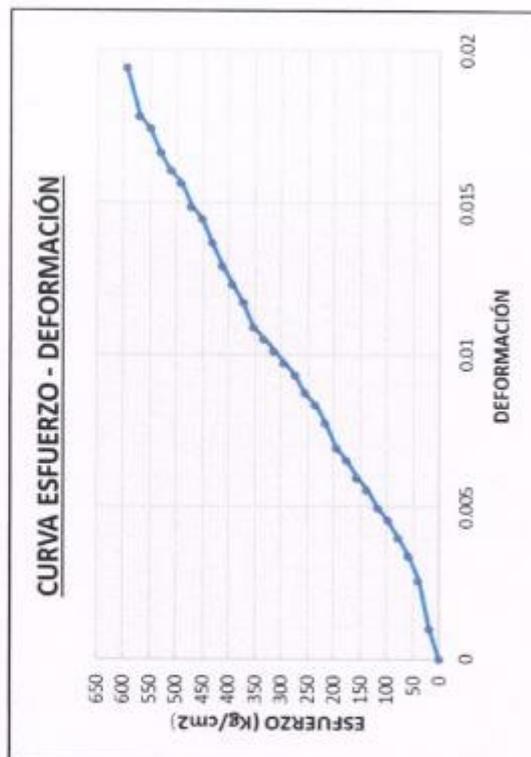


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Arraizplata Guico FECHA: 10/2/2023	NOMBRE: Sergio Luis Haysa Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kelly Alvarez Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC. ....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B5	LADO PROM. (cm):	5.046
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.042
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.457
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVIBADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.05	19.64	0.00099
3	1000	0.13	39.28	0.00258
4	1500	0.17	58.92	0.00337
5	2000	0.20	78.56	0.00397
6	2500	0.23	98.20	0.00456
7	3000	0.25	117.85	0.00496
8	3500	0.28	137.49	0.00555
9	4000	0.30	157.13	0.00595
10	4500	0.33	176.77	0.00655
11	5000	0.35	196.41	0.00694
12	5500	0.39	216.05	0.00774
13	6000	0.42	235.69	0.00833
14	6500	0.44	255.33	0.00873
15	7000	0.47	274.97	0.00932
16	7500	0.49	294.61	0.00972
17	8000	0.51	314.25	0.01012
18	8500	0.53	333.90	0.01051
19	9000	0.55	353.54	0.01091
20	9500	0.59	373.18	0.01170
21	10000	0.62	392.82	0.01230
22	10500	0.65	412.46	0.01289
23	11000	0.69	432.10	0.01369
24	11500	0.73	451.74	0.01448
25	12000	0.75	471.38	0.01488
26	12500	0.79	491.02	0.01567
27	13000	0.81	510.66	0.01607
28	13500	0.84	530.30	0.01666
29	14000	0.88	549.95	0.01746
30	14500	0.90	569.59	0.01785
30	15135	0.98	594.53	0.01944



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Ambrósola Cuzco FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Núñez Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	B5	LADO PROM. (cm):	5.056	
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.052	
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.566	
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECÍMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.28	19.56	0.00554
3	1000	0.42	39.11	0.00831
4	1500	0.53	58.67	0.01049
5	2000	0.58	78.23	0.01148
6	2500	0.67	97.79	0.01326
7	3000	0.73	117.34	0.01445
8	3500	0.78	136.90	0.01544
9	4000	0.82	156.46	0.01623
10	4500	0.86	176.02	0.01702
11	5000	0.90	195.57	0.01781
12	5500	0.95	215.13	0.01880
13	6000	0.97	234.69	0.01920
14	6500	1.01	254.25	0.01999
15	7000	1.04	273.80	0.02058
16	7500	1.07	293.36	0.02118
17	8000	1.10	312.92	0.02177
18	8500	1.14	332.48	0.02256
19	9000	1.19	352.03	0.02355
20	9500	1.21	371.59	0.02395
21	10000	1.23	391.15	0.02435
22	10500	1.26	410.71	0.02494
23	11000	1.29	430.26	0.02553
24	11500	1.31	449.82	0.02593
25	12000	1.34	469.38	0.02652
26	12500	1.38	488.94	0.02731
27	13000	1.42	508.49	0.02811
28	13500	1.46	528.05	0.02890
29	14000	1.50	547.61	0.02969
30	14590	1.58	570.69	0.03127

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrício Arrabalada Curoso FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hinojosa Martínez FECHA: 17/02/2023	NOMBRE: Kelly Torres Vargas FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LG-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B5	LADO PROM. (cm):	5.024
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.020
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.341
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.32	19.81	0.00637
3	1000	0.39	39.62	0.00777
4	1500	0.44	59.43	0.00876
5	2000	0.49	79.24	0.00976
6	2500	0.54	99.05	0.01076
7	3000	0.59	118.86	0.01175
8	3500	0.64	138.67	0.01275
9	4000	0.67	158.47	0.01335
10	4500	0.71	178.28	0.01414
11	5000	0.75	198.09	0.01494
12	5500	0.80	217.90	0.01594
13	6000	0.82	237.71	0.01633
14	6500	0.85	257.52	0.01693
15	7000	0.89	277.33	0.01773
16	7500	0.93	297.14	0.01853
17	8000	0.95	316.95	0.01892
18	8500	0.97	336.76	0.01932
19	9000	1.00	356.57	0.01992
20	9500	1.01	376.38	0.02012
21	10000	1.04	396.19	0.02072
22	10500	1.06	416.00	0.02112
23	11000	1.08	435.81	0.02151
24	11500	1.10	455.62	0.02191
25	12000	1.13	475.42	0.02251
26	12500	1.15	495.23	0.02291
27	13000	1.17	515.04	0.02331
28	13500	1.21	534.85	0.02410
29	14000	1.25	554.66	0.02490
30	14500	1.29	574.47	0.02570
31	15000	1.33	594.28	0.02649
32	15500	1.39	614.09	0.02769
33	16000	1.45	633.90	0.02888
34	16601	1.62	657.71	0.03227

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrick Ambrosiata Guico	NOMBRE: Jorge Luis Hagoza Machuca	NOMBRE: Kelly
FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023	FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B4	LADO PROM. (cm):	5.086
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.082
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.862
EDAD DEL MORTERO:	7 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.06	19.33	0.00118
3	1000	0.09	38.67	0.00177
4	1500	0.12	58.00	0.00236
5	2000	0.14	77.33	0.00276
6	2500	0.16	96.67	0.00315
7	3000	0.19	116.00	0.00374
8	3500	0.21	135.33	0.00413
9	4000	0.23	154.67	0.00453
10	4500	0.25	174.00	0.00492
11	5000	0.27	193.33	0.00531
12	5500	0.29	212.66	0.00571
13	6000	0.31	232.00	0.00610
14	6500	0.33	251.33	0.00649
15	7000	0.35	270.66	0.00689
16	7500	0.38	290.00	0.00748
17	8000	0.4	309.33	0.00787
18	8500	0.42	328.66	0.00827
19	9000	0.45	348.00	0.00886
20	9500	0.48	367.33	0.00945
21	10000	0.51	386.66	0.01004
22	10500	0.53	406.00	0.01043
23	11000	0.55	425.33	0.01082
24	11500	0.57	444.66	0.01122
25	12000	0.6	464.00	0.01181
26	12500	0.64	483.33	0.01259
27	13000	0.68	502.66	0.01338
28	13500	0.72	522.00	0.01417
29	14000	0.75	541.33	0.01476
30	14465	0.86	559.31	0.01692

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Arribasplata Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Ruiz Vasquez FECHA: 2/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (especimen):	B4	LADO PROM. (cm):	5.048	
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.044	
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.477	
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.18	19.63	0.00357
3	1000	0.29	39.25	0.00575
4	1500	0.37	58.88	0.00734
5	2000	0.43	78.50	0.00853
6	2500	0.49	98.13	0.00972
7	3000	0.54	117.75	0.01071
8	3500	0.59	137.38	0.01170
9	4000	0.63	157.00	0.01249
10	4500	0.66	176.63	0.01309
11	5000	0.69	196.25	0.01368
12	5500	0.72	215.88	0.01428
13	6000	0.76	235.50	0.01507
14	6500	0.79	255.13	0.01566
15	7000	0.81	274.75	0.01606
16	7500	0.83	294.38	0.01646
17	8000	0.86	314.01	0.01705
18	8500	0.89	333.63	0.01765
19	9000	0.92	353.26	0.01824
20	9500	0.95	372.88	0.01884
21	10000	0.98	392.51	0.01943
22	10500	1.01	412.13	0.02003
23	11000	1.04	431.76	0.02062
24	11500	1.08	451.38	0.02141
25	12000	1.12	471.01	0.02221
26	12500	1.16	490.63	0.02300
27	13191	1.19	517.76	0.02359

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrick Arakinspata Chico FECHA: 17 Feb / 2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 17 Feb / 2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vasquez FECHA: 17 Feb / 2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B4	LADO PROM. (cm):	5.047
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.041
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.472
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.15	19.63	0.00297
3	1000	0.21	39.26	0.00416
4	1500	0.25	58.89	0.00496
5	2000	0.28	78.52	0.00555
6	2500	0.31	98.15	0.00615
7	3000	0.34	117.78	0.00674
8	3500	0.36	137.40	0.00714
9	4000	0.38	157.03	0.00754
10	4500	0.4	176.66	0.00793
11	5000	0.42	196.29	0.00833
12	5500	0.43	215.92	0.00853
13	6000	0.45	235.55	0.00892
14	6500	0.46	255.18	0.00912
15	7000	0.47	274.81	0.00932
16	7500	0.49	294.44	0.00972
17	8000	0.51	314.07	0.01011
18	8500	0.52	333.70	0.01031
19	9000	0.53	353.33	0.01051
20	9500	0.54	372.96	0.01071
21	10000	0.56	392.58	0.01110
22	10500	0.57	412.21	0.01130
23	11000	0.58	431.84	0.01150
24	11500	0.6	451.47	0.01190
25	12000	0.61	471.10	0.01210
26	12500	0.62	490.73	0.01229
27	13000	0.64	510.36	0.01269
28	13500	0.65	529.99	0.01289
29	14000	0.67	549.62	0.01329
30	14500	0.68	569.25	0.01348
31	15000	0.7	588.88	0.01388
32	15500	0.71	608.51	0.01408
33	16000	0.73	628.14	0.01448
34	16500	0.74	647.76	0.01467
35	17000	0.76	667.39	0.01507
36	17500	0.78	687.02	0.01547
37	18000	0.79	706.65	0.01567
38	18500	0.8	726.28	0.01586
39	19000	0.82	745.91	0.01626
40	19500	0.84	765.54	0.01666
41	20017	0.88	785.84	0.01745

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrício Arribas Plata Guico FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Nudes Vasquez FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B3	LADO PROM. (cm):	5.025
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.021
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.246
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.07	19.81	0.00139
3	1000	0.11	39.61	0.00219
4	1500	0.15	59.42	0.00298
5	2000	0.18	79.22	0.00358
6	2500	0.21	99.03	0.00418
7	3000	0.24	118.83	0.00477
8	3500	0.26	138.64	0.00517
9	4000	0.28	158.44	0.00557
10	4500	0.3	178.25	0.00597
11	5000	0.32	198.05	0.00636
12	5500	0.34	217.86	0.00676
13	6000	0.36	237.67	0.00716
14	6500	0.38	257.47	0.00756
15	7000	0.4	277.28	0.00796
16	7500	0.41	297.08	0.00816
17	8000	0.43	316.89	0.00855
18	8500	0.45	336.69	0.00895
19	9000	0.47	356.50	0.00935
20	9500	0.49	376.30	0.00975
21	10000	0.51	396.11	0.01014
22	10500	0.53	415.91	0.01054
23	11000	0.54	435.72	0.01074
24	11500	0.56	455.52	0.01114
25	12000	0.58	475.33	0.01154
26	12500	0.6	495.14	0.01193
27	13000	0.62	514.94	0.01233
28	13500	0.64	534.75	0.01273
29	14000	0.67	554.55	0.01333
30	14500	0.7	574.36	0.01392
31	15000	0.73	594.16	0.01452
32	15685	0.83	621.30	0.01651

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

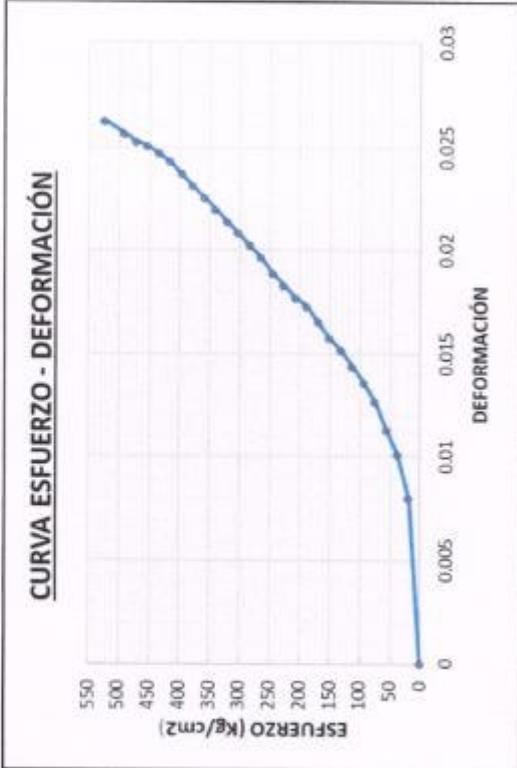
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrícia Ambrósio Lima FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kely Amador Vasquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B3	LADO PROM. (cm):	5.148
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.144
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	26.497
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	eu
1	0	0	0	0
2	500	0.41	18.87	0.00797
3	1000	0.52	37.74	0.01011
4	1500	0.58	56.61	0.01128
5	2000	0.65	75.48	0.01264
6	2500	0.7	94.35	0.01361
7	3000	0.74	113.22	0.01439
8	3500	0.78	132.09	0.01516
9	4000	0.81	150.96	0.01575
10	4500	0.85	169.83	0.01653
11	5000	0.89	188.70	0.01730
12	5500	0.91	207.57	0.01769
13	6000	0.94	226.44	0.01828
14	6500	0.97	245.31	0.01886
15	7000	1.01	264.18	0.01964
16	7500	1.04	283.05	0.02022
17	8000	1.07	301.92	0.02080
18	8500	1.1	320.79	0.02139
19	9000	1.13	339.66	0.02197
20	9500	1.16	358.53	0.02255
21	10000	1.19	377.40	0.02314
22	10500	1.22	396.27	0.02372
23	11000	1.25	415.15	0.02430
24	11500	1.27	434.02	0.02469
25	12000	1.29	452.89	0.02508
26	12500	1.3	471.76	0.02527
27	13000	1.32	490.63	0.02566
28	13876	1.35	523.69	0.02625



**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Acosta Guico	NOMBRE: Jorge Luis Rojas Martinez	NOMBRE: Kelly Maria Vasquez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UFNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B3	LADO PROM. (cm):	4.984
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	4.980
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	24.835
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.29	20.13	0.00582
3	1000	0.37	40.27	0.00743
4	1500	0.42	60.40	0.00843
5	2000	0.46	80.53	0.00924
6	2500	0.49	100.66	0.00984
7	3000	0.52	120.80	0.01044
8	3500	0.55	140.93	0.01105
9	4000	0.57	161.06	0.01145
10	4500	0.59	181.19	0.01185
11	5000	0.61	201.33	0.01225
12	5500	0.62	221.46	0.01245
13	6000	0.64	241.59	0.01285
14	6500	0.65	261.72	0.01305
15	7000	0.67	281.86	0.01346
16	7500	0.68	301.99	0.01366
17	8000	0.7	322.12	0.01406
18	8500	0.71	342.26	0.01426
19	9000	0.72	362.39	0.01446
20	9500	0.73	382.52	0.01466
21	10000	0.75	402.65	0.01506
22	10500	0.76	422.79	0.01526
23	11000	0.77	442.92	0.01546
24	11500	0.79	463.05	0.01587
25	12000	0.8	483.18	0.01607
26	12500	0.81	503.32	0.01627
27	13000	0.83	523.45	0.01667
28	13500	0.84	543.58	0.01687
29	14000	0.85	563.71	0.01707
30	14500	0.86	583.85	0.01727
31	15000	0.88	603.98	0.01767
32	15500	0.89	624.11	0.01787
33	16000	0.91	644.25	0.01827
34	16500	0.93	664.38	0.01868
35	17000	0.94	684.51	0.01888
36	17500	0.95	704.64	0.01908
37	18000	0.96	724.78	0.01928
38	18500	0.98	744.91	0.01968
39	19000	1	765.04	0.02008
40	19500	1.02	785.17	0.02048
41	20000	1.04	805.31	0.02089
42	20500	1.05	825.44	0.02109
43	21217	1.08	854.31	0.02189

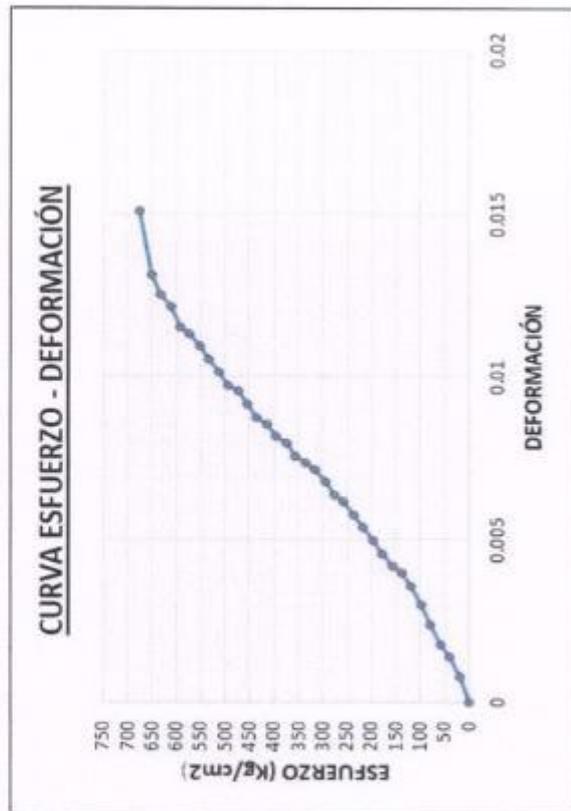
**CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrícia Acosta Plata Curo FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 3/03/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vespuz FECHA: 3/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UFNC: .....	
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B2	LADO PROM. (cm):	5.032
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.028
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.316
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.04	19.75	0.00080
3	1000	0.07	39.50	0.00139
4	1500	0.09	59.25	0.00179
5	2000	0.12	79.00	0.00239
6	2500	0.15	98.75	0.00298
7	3000	0.18	118.50	0.00358
8	3500	0.2	138.25	0.00398
9	4000	0.21	158.00	0.00418
10	4500	0.23	177.75	0.00457
11	5000	0.25	197.50	0.00497
12	5500	0.27	217.25	0.00537
13	6000	0.29	237.00	0.00577
14	6500	0.31	256.75	0.00617
15	7000	0.32	276.51	0.00636
16	7500	0.34	296.26	0.00676
17	8000	0.36	316.01	0.00716
18	8500	0.37	335.76	0.00736
19	9000	0.38	355.51	0.00756
20	9500	0.4	375.26	0.00796
21	10000	0.41	395.01	0.00816
22	10500	0.43	414.76	0.00855
23	11000	0.44	434.51	0.00875
24	11500	0.46	454.26	0.00915
25	12000	0.48	474.01	0.00955
26	12500	0.49	493.76	0.00975
27	13000	0.51	513.51	0.01014
28	13500	0.53	533.26	0.01054
29	14000	0.55	553.01	0.01094
30	14500	0.57	572.76	0.01134
31	15000	0.58	592.51	0.01154
32	15500	0.61	612.26	0.01213
33	16000	0.63	632.01	0.01253
34	16500	0.66	651.76	0.01313
36	17116	0.76	676.09	0.0151686



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrck Francko Chico FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Jorge Luis Herra Martinez FECHA: 8/02/2023	NOMBRE: Kily Naret Vazquez FECHA: 8/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B2	LADO PROM. (cm):	5.086
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.082
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.870
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.29	19.33	0.00571
3	1000	0.32	38.65	0.00630
4	1500	0.34	57.98	0.00669
5	2000	0.37	77.31	0.00728
6	2500	0.39	96.64	0.00767
7	3000	0.42	115.96	0.00826
8	3500	0.44	135.29	0.00866
9	4000	0.47	154.62	0.00925
10	4500	0.49	173.95	0.00964
11	5000	0.51	193.27	0.01003
12	5500	0.54	212.60	0.01063
13	6000	0.57	231.93	0.01122
14	6500	0.6	251.26	0.01181
15	7000	0.63	270.58	0.01240
16	7500	0.66	289.91	0.01299
17	8000	0.68	309.24	0.01338
18	8500	0.71	328.57	0.01397
19	9000	0.72	347.89	0.01417
20	9500	0.74	367.22	0.01456
21	10000	0.76	386.55	0.01495
22	10500	0.78	405.88	0.01535
23	11000	0.8	425.20	0.01574
24	11500	0.83	444.53	0.01633
25	12000	1.02	463.86	0.02007
26	12500	1.23	483.19	0.02420
27	13126	1.33	507.38	0.02617

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Fabrice Ambrosetta Chico	NOMBRE: Jorge Luis Hoza Martinez	NOMBRE: Kely Vasquez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO -- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO (CUBOS 50.8mm)		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC. ....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B2	LADO PROM. (cm):	5.020
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	50.160
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	25.200
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm2)	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.14	19.84	0.00279
3	1000	0.23	39.68	0.00459
4	1500	0.27	59.52	0.00538
5	2000	0.3	79.36	0.00598
6	2500	0.33	99.20	0.00658
7	3000	0.35	119.05	0.00698
8	3500	0.37	138.89	0.00738
9	4000	0.39	158.73	0.00778
10	4500	0.41	178.57	0.00817
11	5000	0.43	198.41	0.00857
12	5500	0.45	218.25	0.00897
13	6000	0.47	238.09	0.00937
14	6500	0.48	257.93	0.00957
15	7000	0.49	277.77	0.00977
16	7500	0.5	297.61	0.00997
17	8000	0.51	317.46	0.01017
18	8500	0.52	337.30	0.01037
19	9000	0.53	357.14	0.01057
20	9500	0.54	376.98	0.01077
21	10000	0.55	396.82	0.01096
22	10500	0.57	416.66	0.01136
23	11000	0.58	436.50	0.01156
24	11500	0.59	456.34	0.01176
25	12000	0.6	476.18	0.01196
26	12500	0.61	496.02	0.01216
27	13000	0.63	515.86	0.01256
28	13500	0.65	535.71	0.01296
29	14000	0.66	555.55	0.01316
30	14500	0.67	575.39	0.01336
31	15000	0.68	595.23	0.01356
32	15500	0.69	615.07	0.01376
33	16000	0.7	634.91	0.01396
34	16500	0.72	654.75	0.01435
35	17000	0.73	674.59	0.01455
36	17500	0.74	694.43	0.01475
37	18000	0.75	714.27	0.01495
38	18500	0.76	734.12	0.01515
39	19000	0.78	753.96	0.01555
40	19500	0.8	773.80	0.01595
41	20000	0.82	793.64	0.01635
42	20500	0.84	813.48	0.01675
43	21000	0.85	833.32	0.01695
44	21500	0.86	853.16	0.01715
45	22000	0.87	873.00	0.01734
46	22500	0.9	892.84	0.01794
47	23000	0.92	912.68	0.01834
48	23723	0.98	941.37	0.01954

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Andrés Arribas Plata FECHA: 3.10.3/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez FECHA: 3.10.3/2023	NOMBRE: Kely Álvarez Viquez FECHA: 3.10.3/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (espécimen):	B1	LADO PROM. (cm):	5.143	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.138	
FECHA DE ENSAYO:	8/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	26.445	
EDAD DEL MORTERO:	7 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.08	18.91	0.00156
3	1000	0.13	37.81	0.00253
4	1500	0.19	56.72	0.00370
5	2000	0.21	75.63	0.00409
6	2500	0.24	94.53	0.00467
7	3000	0.27	113.44	0.00526
8	3500	0.29	132.35	0.00564
9	4000	0.31	151.26	0.00603
10	4500	0.33	170.16	0.00642
11	5000	0.35	189.07	0.00681
12	5500	0.37	207.98	0.00720
13	6000	0.39	226.88	0.00759
14	6500	0.41	245.79	0.00798
15	7000	0.42	264.70	0.00818
16	7500	0.44	283.60	0.00856
17	8000	0.46	302.51	0.00895
18	8500	0.47	321.42	0.00915
19	9000	0.49	340.33	0.00954
20	9500	0.51	359.23	0.00993
21	10000	0.53	378.14	0.01032
22	10500	0.55	397.05	0.01071
23	11000	0.57	415.95	0.01109
24	11500	0.58	434.86	0.01129
25	12000	0.6	453.77	0.01168
26	12500	0.62	472.67	0.01207
27	13000	0.64	491.58	0.01246
28	13500	0.66	510.49	0.01285
29	14000	0.68	529.39	0.01324
30	14500	0.7	548.30	0.01363
31	15000	0.72	567.21	0.01401
32	15500	0.75	586.12	0.01460
33	16000	0.77	605.02	0.01499
34	16500	0.79	623.93	0.01538
35	17042	0.87	644.42	0.01693

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Arias	NOMBRE: Jorge Luis Hays	NOMBRE: Kelly
FECHA: 8/2/2023	FECHA: 8/2/2023	FECHA: 8/2/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)	<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNO: .....	
<b>NORMA</b>	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (espécimen):	BI	LADO PROM. (cm):	5.020
FECHA DE ELABORACIÓN:	20/2/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.015
FECHA DE ENSAYO:	17/2/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.200
EDAD DEL MORTERO:	14 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	1	REVISADO POR:	

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.18	19.84	0.00359
3	1000	0.26	39.68	0.00518
4	1500	0.36	59.52	0.00718
5	2000	0.43	79.36	0.00857
6	2500	0.49	99.20	0.00977
7	3000	0.54	119.05	0.01077
8	3500	0.6	138.89	0.01196
9	4000	0.64	158.73	0.01276
10	4500	0.71	178.57	0.01416
11	5000	0.74	198.41	0.01476
12	5500	0.77	218.25	0.01535
13	6000	0.8	238.09	0.01595
14	6500	0.84	257.93	0.01675
15	7000	0.86	277.77	0.01715
16	7500	0.89	297.61	0.01775
17	8000	0.92	317.46	0.01834
18	8500	0.95	337.30	0.01894
19	9000	0.98	357.14	0.01954
20	9500	1.01	376.98	0.02014
21	10000	1.05	396.82	0.02094
22	10500	1.08	416.66	0.02154
23	11000	1.11	436.50	0.02213
24	11500	1.16	456.34	0.02313
25	12000	1.21	476.18	0.02413
26	12500	1.26	496.02	0.02512
27	13000	1.33	515.86	0.02652
28	13559	1.37	538.05	0.02732

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patrick Ambrósio Franco	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Kely Muñoz Vasquez
FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023	FECHA: 17/02/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
<b>ENSAYO</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (CUBOS 50.8mm)			<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	MTC E609 / ASTM C109 / NTP 334.051			
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (espécimen):	B1	LADO PROM. (cm):	5.020	
FECHA DE ELABORACIÓN:	6/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	5.015	
FECHA DE ENSAYO:	3/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	25.200	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	1	REVISADO POR:		

N°	CARGA (Kg - f)	Deformación	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	0	0	0	0
2	500	0.39	20.20	0.00785
3	1000	0.49	40.40	0.00986
4	1500	0.55	60.60	0.01107
5	2000	0.58	80.81	0.01167
6	2500	0.6	101.01	0.01207
7	3000	0.62	121.21	0.01247
8	3500	0.64	141.41	0.01288
9	4000	0.65	161.61	0.01308
10	4500	0.66	181.81	0.01328
11	5000	0.67	202.02	0.01348
12	5500	0.68	222.22	0.01368
13	6000	0.69	242.42	0.01388
14	6500	0.7	262.62	0.01408
15	7000	0.71	282.82	0.01429
16	7500	0.72	303.02	0.01449
17	8000	0.74	323.22	0.01489
18	8500	0.76	343.43	0.01529
19	9000	0.78	363.63	0.01569
20	9500	0.79	383.83	0.01590
21	10000	0.83	404.03	0.01670
22	10500	0.85	424.23	0.01710
23	11000	0.87	444.43	0.01751
24	11500	0.89	464.63	0.01791
25	12000	0.91	484.84	0.01831
26	12500	0.93	505.04	0.01871
27	13000	0.95	525.24	0.01911
28	13500	0.97	545.44	0.01952
29	14000	1	565.64	0.02012
30	14500	1.02	585.84	0.02052
31	15000	1.04	606.05	0.02093
32	15500	1.05	626.25	0.02113
33	16000	1.06	646.45	0.02133
34	16500	1.07	666.65	0.02153
35	17000	1.08	686.85	0.02173
36	17500	1.1	707.05	0.02213
37	18000	1.13	727.25	0.02274
38	18500	1.16	747.46	0.02334
39	19000	1.2	767.66	0.02414
40	19500	1.23	787.86	0.02475
41	20485	1.3	827.66	0.02616

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: <u>Patrick Francko Chino</u> FECHA: <u>3/03/2023</u>	NOMBRE: <u>José Luis Hoyos Martínez</u> FECHA: <u>3/03/2023</u>	NOMBRE: <u>Kelly Nuñez Vasquez</u> FECHA: <u>3/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	CAPILARIDAD DE MORTEROS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B	LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:	

ESPECÍMEN N°	CAPILARIDAD				
	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	299.7	291.6	293.7	289.4	292.9
Peso muestra absorbida (gr)	304.4	297.5	300.6	294.3	297.7
Agua absorbida (P)	4.7	5.9	6.9	4.9	4.8
Ancho prom. (cm)	5.08	5	5.02	5.036	5.138
Profundidad (cm)	5.01	5.03	5.01	5.05	5.12
Altura fleco (cm)	2.36	2.625	2.4	2.145	2.35
Área fleco capilar (S) (cm²)	47.6248	52.6575	48.144	43.26894	48.2126
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad	17.76	20.17	25.80	20.38	17.92
Capilaridad prom.				20.41	
Desviación estándar				3.25	
Coeficiente de variación (%)				15.93	

OBSERVACIONES:

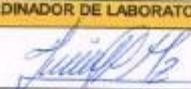
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrón Ambrósio Chico	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martínez	NOMBRE: Kelly Susier Vasquez
FECHA: 8/10/2023	FECHA: 8/10/2023	FECHA: 8/10/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	CAPILARIDAD DE MORTEROS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M1	LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	5	REVISADO POR:	

CAPILARIDAD					
ESPECIMEN N°	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	264.6	267.6	276.3	281	274
Peso muestra absorbida (gr)	273.5	277.9	285.5	290.7	283.1
Agua absorbida (P)	8.9	10.3	9.2	9.7	9.1
Ancho prom. (cm)	5	5	5.04	5.098	4.992
Profundidad (cm)	4.99	4.97	5.02	5.08	5
Altura fleco (cm)	1.156	1.176	1.161	1.1575	1.168
Área fleco capilar (S) (cm²)	23.09688	23.44944	23.35932	23.56207	23.341312
Tiempo mín (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad	69.36	79.06	70.89	74.10	70.18
Capilaridad prom.				72.72	
Desviación estándar				3.98	
Coeficiente de variación				5.47	

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patricia Ambrosiata Chico FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoya Martínez FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Kely Muñoz Vazquez FECHA: 8/10/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	CAPILARIDAD DE MORTEROS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....	
NORMA	ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M2	LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACION:	10/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:	

CAPILARIDAD					
ESPECIMEN N°	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	248.7	250.5	251.7	255.8	256.2
Peso muestra absorbida (gr)	268.9	268.4	270.2	274.4	273.6
Agua absorbida (P)	20.2	17.9	18.5	18.6	17.4
Ancho prom. (cm)	5.06	5	4.93	5	5.02
Profundidad (cm)	5.03	5.02	4.9	5.018	5
Altura fleco (cm)	1.75	1.68	1.655	1.76	1.74
Área fleco capilar (S) (cm²)	35.315	33.6672	32.5373	35.26336	34.8696
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad	102.96	95.70	102.34	94.94	89.82
Capilaridad prom.				97.15	
Desviación estándar				5.51	
Coeficiente de variación				5.67	

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Ambrasplata Chico FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Jorge Luis Huayta Vasquez FECHA: 8/10/2023	NOMBRE: Kelly Aníbal Vasquez FECHA: 8/10/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO</b>	CAPILARIDAD DE MORTEROS		<b>CÓDIGO DEL DOCUMENTO:</b> CMCH-LC-UPNC: .....
<b>NORMA</b>	ASTM C109 / NTP 334.051		
<b>PROYECTO</b>	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3	LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:	

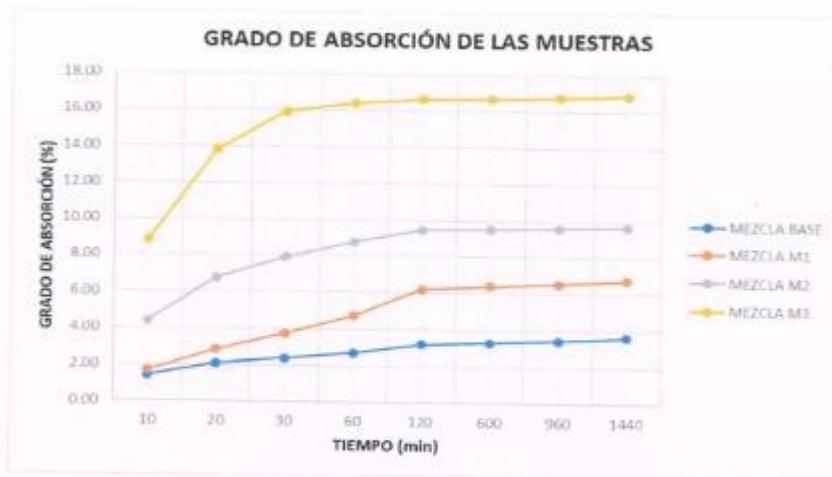
CAPILARIDAD					
ESPECÍMEN N°	1	2	3	4	5
Peso seco (gr)	226.3	229.7	221.5	227.8	236.8
Peso muestra absorbida (gr)					
Agua absorbida (P)					
Ancho prom. (cm)	5.06	5.06	5.03	5.07	4.92
Profundidad (cm)	5.04	4.99	5.0	5.0	4.97
Altura fleco (cm)					
Área fleco capilar (S) (cm <sup>2</sup> )	MUESTRA SATURADA				
Tiempo min (t)	180	180	180	180	180
K capilaridad					
Capilaridad prom.	-				
Desviación estándar	-				
Coefficiente de variación	-				

OBSERVACIONES:		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
		
NOMBRE: Patrick Ambríz Cárco FECHA: 8/03/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hays Martínez FECHA: 8/03/2023	NOMBRE: Kely Miler Vásquez FECHA: 8/03/2023



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ABSORCIÓN DE MORTEROS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA	ASTM C109 / NTP 334.051		
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	B-M1-M2-M3	LADO PROM. (cm):	
FECHA DE ELABORACIÓN:	10/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	
FECHA DE ENSAYO:	8/3/2023	AREA CARA PROM. (cm²):	
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	20	REVISADO POR:	



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Patricia Arcoydata Chico FECHA: 8/03/2023	NOMBRE: Tony Luis Herra Morales FECHA: 8/03/2023	NOMBRE: Kelly Nunez Vasquez FECHA: 8/03/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	PERMEABILIDAD DE MORTERO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC .....
NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (espécimen):	B	DIAMETRO PROM. (cm):	6.521
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	2.543
FECHA DE ENSAYO:	10/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	33.400
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:	

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm²)	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm²/seg)
B1	6.512	2.543	33.31	432000	0	0
B2	6.526	2.545	33.45	432000	0	0
B3	6.524	2.542	33.43	432000	0	0
B4	6.512	2.542	33.31	432000	0	0
B5	6.532	2.544	33.51	432000	0	0
<b>K PROMEDIO</b>						0

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Francko Chico</u> FECHA: <u>10/03/2023</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Chavez Vasquez</u> FECHA: <u>10/03/2023</u>	NOMBRE: <u>Kaly Wilmer Vasquez</u> FECHA: <u>10/03/2023</u>

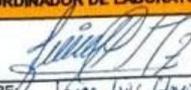
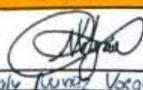
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	PERMEABILIDAD DE MORTERO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (espécimen):	M1	DIAMETRO PROM. (cm):	6.516
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	2.542
FECHA DE ENSAYO:	10/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	33.351
EDAD DEL MORTERO:	28 Días	RESPONSABLE:	
N° DE ESPÉCIMENES:	5	REVISADO POR:	

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
M1-1	6.522	2.541	33.41	432000	0	0
M1-2	6.516	2.543	33.35	432000	0	0
M1-3	6.52	2.54	33.39	432000	0	0
M1-4	6.512	2.541	33.31	432000	0	0
M1-5	6.512	2.543	33.31	432000	0	0
<b>K PROMEDIO</b>						<b>0</b>

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: <u>Patrick Arribasplata Chico</u> FECHA: <u>12/03/2023</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Lopez Vasquez</u> FECHA: <u>10/03/2023</u>	NOMBRE: <u>Kaly Rivas Vasquez</u> FECHA: <u>12/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	ENSAYO	PERMEABILIDAD DE MORTERO	CMCH-LC-UPNC, .....	
	NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM2 CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"			
ID. MORTERO (espécimen):	M2	DIAMETRO PROM. (cm):	6.518	
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	2.539	
FECHA DE ENSAYO:	10/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm²):	33.367	
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:		
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:		

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm2)	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm2/seg)
M2-1	6.524	2.539	33.43	432000	0	0
M2-2	6.518	2.541	33.37	432000	0	0
M2-3	6.522	2.538	33.41	432000	0	0
M2-4	6.514	2.538	33.33	432000	0	0
M2-5	6.512	2.54	33.31	432000	0	0
					K PROMEDIO	0

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: <u>Patricia Arribasplata Chico</u>	NOMBRE: <u>Jorge Luis Gómez Rodríguez</u>	NOMBRE: <u>Katy Rocío Vargas</u>
FECHA: <u>19/03/2023</u>	FECHA: <u>19/03/2023</u>	FECHA: <u>19/03/2023</u>

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
ENSAYO	PERMEABILIDAD DE MORTERO		CMCH-LC-UPNC: .....
NORMA			
PROYECTO	"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DEL GROUT F'C=370 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE BENTONITA, CAJAMARCA 2022"		
ID. MORTERO (especimen):	M3	DIAMETRO PROM. (cm):	6.509
FECHA DE ELABORACIÓN:	12/3/2023	ALTURA PROM. (cm):	2.542
FECHA DE ENSAYO:	10/3/2023	ÁREA CARA PROM. (cm <sup>2</sup> ):	33.273
EDAD DEL MORTERO:	28 Dias	RESPONSABLE:	
N° DE ESPECIMENES:	5	REVISADO POR:	

MUESTRA	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	TIEMPO DE ENSAYO (seg)	Q AGUA PERCOLADA (ml)	PERMEABILIDAD K (ml/cm <sup>2</sup> /seg)
M3-1	6.514	2.546	33.33	432000	5.2	3.61189E-07
M3-2	6.508	2.538	33.26	432000	4.7	3.27061E-07
M3-3	6.516	2.538	33.35	432000	5.9	4.09559E-07
M3-4	6.504	2.542	33.22	432000	5.4	3.76235E-07
M3-5	6.502	2.544	33.20	432000	4.5	3.13722E-07
<b>K PROMEDIO</b>						<b>3.57553E-07</b>

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Patrick Francko Arribasplata Chico	NOMBRE: Jorge Luis Huanca Vazquez	NOMBRE: Joly Huanca Vazquez
FECHA: 10/23/2023	FECHA: 12/27/2023	FECHA: 12/23/2023