



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezcla para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima

2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Neyra Cruz, Edder Atilio (orcid.org/0000-0001-7923-179X)

ASESOR:

Mg. Yauri Quispe, Hector Hilario (orcid.org/0000-0003-0832-124X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mis padres, a mi esposa y 2 hijos, por su incansable apoyo para culminar este proyecto.

Agradecimiento

A mis asesores que me brindaron su apoyo durante la investigación. A mis buenos amigos, Fernando y Dayvi por su apoyo en el momento clave.

Declaratoria de Autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, YAURI QUISPE HECTOR HILARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de mezcla para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023", cuyo autor es NEYRA CRUZ EDDER ATILIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HECTOR HILARIO YAURI QUISPE DNI: 09750980 ORCID: 0000-0003-0832-124X	Firmado electrónicamente por: HHYAURIY el 11-07- 2023 20:04:46

Código documento Trilce: TRI - 0576054

Declaratoria de originalidad del autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, NEYRA CRUZ EDDER ATILIO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de mezcla para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
NEYRA CRUZ EDDER ATILIO DNI: 41386983 ORCID: 0000-0001-7923-179X	Firmado electrónicamente por: ENEYRACR el 17-07- 2023 09:19:45

Código documento Trilce: INV - 1530819

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	42

Índice de tablas

Tabla 1: Estándar para el control de calidad del concreto	10
Tabla 2: Granulometría del agregado fino	20
Tabla 3: Granulometría del agregado grueso	21
Tabla 4: Contenido de humedad del agregado fino ASTM C566-19	22
Tabla 5: Contenido de humedad del agregado grueso ASTM C566-19	22
Tabla 6: Peso unitario suelto del agregado fino	22
Tabla 7: Peso unitario compactado del agregado fino	23
Tabla 8: Peso unitario suelto del agregado grueso	23
Tabla 9: Peso unitario compactado del agregado grueso	23
Tabla 10: Peso específico y % absorción del agregado fino	24
Tabla 11: Peso específico y % absorción del agregado grueso	24
Tabla 12: Resumen de datos técnicos de los agregados grueso y fino	25
Tabla 13: Datos técnicos del cemento tipo I	25
Tabla 14: Propiedades físicas del nanosílice	25
Tabla 15: Datos de diseño de mezcla para 1 m ³ de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con y sin adición de nanosílice.....	27
Tabla 16: <i>Resumen estadístico de los datos de resistencia a la compresión a 7 días</i>	28
Tabla 17: <i>Resumen estadístico de los datos de resistencia a la compresión a 28 días</i>	29
Tabla 18: Datos del ensayo de permeabilidad en el concreto a los 28 días.....	31
Tabla 19: Variación de la permeabilidad en el concreto a los 28 días.....	31

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Parametros técnicos del Gaia nanosílice	12
Figura 2: Nanosílice de tamaño nanometrico	12
Figura 3: Curva de resistencia del nanosílice vs tiempo	12
Figura 4: Curva de Trabajabilidad del nanosílice vs tiempo.....	13
Figura 5: Formula de la variable dependiente e independiente	15
Figura 6: Curva granulométrica del agregado fino.....	20
Figura 7: Curva granulométrica del agregado grueso.....	21
Figura 8: Grafico de variación del peso de agregado fino con la adición de nanosílice	28
Figura 9: Grafico de Resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.....	30

Resumen

El avance de las investigaciones del concreto ha generado que en la actualidad en el mercado se cuente con diferentes tipos de concreto para cada uso específico, siendo aquellos que contienen adiciones que mejoran alguna de sus propiedades. Esta investigación busca proponer opciones valiéndose de nanomateriales para aumentar la principal propiedad mecánica del concreto.

La tesis titulada “Diseño de mezcla para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023” tuvo como objetivo principal determinar un diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión. La presente investigación es del tipo aplicada, cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo.

El estudio se orientó en evaluar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto patrón $f'c=350\text{ kg/cm}^2$ considerando adiciones de nanosílice en porcentajes del 1.2%, 1.6% Y 2% respecto al cemento para cada diseño. Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron a los 7 y 28 días, y los ensayos de permeabilidad se realizaron a los 28 días. Se concluye que las adiciones de nanosílice en el concreto patrón incrementa la resistencia a la compresión y de la misma manera reduce su permeabilidad.

Palabras clave: Compresión, nanosílice, permeabilidad, concreto.

Abstract

The advancement of concrete research has generated that currently in the market there are different types of concrete for each specific use, being those that contain additions that improve some of their properties. This research seeks to propose options using nanomaterials to increase the main mechanical property of concrete.

The main objective of the thesis entitled "Design of mix for concrete $f'c=350\text{kg/cm}^2$ using nanosilica to improve its permeability and resistance to compression, Lima 2023" was to determine an optimal mix design for concrete $f'c = 350 \text{ kg/ cm}^2$ using nanosilica to improve its permeability and resistance to compression. The present investigation is of the applied, quasi-experimental type and with a quantitative approach.

The study was oriented towards evaluating the resistance to compression and permeability of the standard concrete $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ considering additions of nanosilica in percentages of 1.2%, 1.6% and 2% with respect to the cement for each design. The compressive strength tests were carried out at 7 and 28 days, and the permeability tests were carried out at 28 days. It is concluded that the addition of nanosilica in the standard concrete increases the resistance to compression and in the same way reduces its permeability.

Keywords: Compression, nanosilica, permeability, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector construcción creció en referencia al primer trimestre del año 2023, ya que de acuerdo al último reporte del ASEI (2023) respecto a la venta de departamentos, esta creció en un 4% con respecto al primer trimestre del año anterior. Este dato es relevante ya que la necesidad de adquirir viviendas hace que el sector inmobiliario inicie la construcción de viviendas masivas en edificios de gran altura, en este aspecto Andina (2020) en el año 2020 publicó la culminación del edificio de viviendas más alto del Perú con 32 pisos, marcando un hito en este tipo de edificaciones. Estas edificaciones de gran altura para su construcción requieren de mejoras y optimizaciones en los materiales a usar, el material de mayor volumen a usar es el concreto que deberá cumplir las especificaciones técnicas solicitadas en el diseño estructura.

Además, el material primordialmente utilizado en la industria constructiva es el concreto, siendo, además el cemento su principal componente aglutinante. En el siglo XIX se obtuvo la patente del cemento portland y a partir de ello la comunidad académica está en constante investigación y actualización respecto al cemento y sus propiedades a fin de mejorar la calidad y mejorar los procesos para su fabricación.

La utilización de nuevos materiales y los avances tecnológicos en el sector de la construcción permiten cumplir los requerimientos técnicos de las nuevas construcciones. Se hace necesario, mejorar las propiedades del concreto, tanto sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Bajo ese enfoque, Abanto Castillo (1996), define al concreto como una mezcla de cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y aire, con el fin de lograr esencialmente la resistencia a la compresión para la cual es diseñada. Así mismo Portugal (2007), Define al concreto como una mezcla de cemento, agregados, agua y en ciertas aplicaciones, aditivos, lo que permite atender los requerimientos especiales del sector para un concreto de alta resistencia considerando variaciones en estos componentes.

El avance de las investigaciones del concreto ha generado que en la actualidad en el mercado se cuente con diferentes tipos de concreto para cada uso específico, siendo aquellos que contienen adiciones que mejoran alguna de sus propiedades.

En Rio de Janeiro, Brasil, Schiavon (2021), analizó sus propiedades mecánicas y microestructurales de concretos de altas resistencias que contienen nanosílice y humo de sílice, han mostrado resultados prometedores respecto a uso de nanomateriales como adición para el concreto. El estudio evaluó la eficiencia del humo de sílice en suspensión con el concreto de alta resistencia, así como el superplastificante con nanosílice coloidal en suspensión, y propiedades mecánicas (módulo elástico y resistencia). Se diseñaron muestras de mezclas dosificadas para evaluar los efectos del humo de sílice y nanosílice coloidal en tres clases de concreto. En consecuencia, se evidenció que el concreto con 10% de humo de sílice y 3% de nanosílice produjo un aumento del 75% en la resistencia a 28 días respecto al concreto base. Además, los resultados del concreto que solo utilizó 10% de humo de sílice y $a/c=0.35$ evidenció una mayor resistencia del 47% (76.75MPa) en comparación al concreto con nanosílice coloidal con 52.19MPa a la edad de 28 días.

Además de ello, y de acuerdo con Mattio (2014), otra propiedad muy importante del concreto es la permeabilidad al agua, la cual sirve como parámetro para evaluar su durabilidad. Por otro lado Abanto (2016), menciona que esta propiedad es un factor que debe controlarse porque de ser muy permeable ocurre una carbonatación muy rápida, por su baja resistencia a la infiltración del agua, por ello suelen utilizarse aditivos, pero para este caso se pretende mejorar esta propiedad a partir del uso del nanosílice.

La incorporación de nanosílice en el concreto dentro del apartado medioambiental y laboral provee ventajas en su uso. Téllez et al. (2012) en su informe concluyó que el nanosílice en solución acuosa reduce la emisión a la atmósfera así como también su presentación evita que sea inhalado por los trabajadores que lo manipulan.

También existen otras investigaciones que han demostrado que la incorporación de nanosílice en el concreto logra aumentar su capacidad de resistencia en compresión. Por lo que, la presente tesis buscará obtener el porcentaje óptimo de nanosílice que se agregará a la mezcla, con el fin de mejorar su principal propiedad mecánica y su propiedad física, que para nuestro caso de investigación será la resistencia a la compresión y también su permeabilidad. Considerando como

información base, la investigación de otros autores y sus resultados obtenidos.

Mediante la presente tesis, se pretende realizar ensayos a fin de establecer una relación entre el nanosílice y el concreto de resistencia 350kg/cm², además de analizar distintos porcentajes del nanosílice para observar las variaciones de la permeabilidad y resistencia a la compresión. Por tanto, se busca mejorar esta propiedad para un $f'c=350\text{kg/cm}^2$ adicionando nanosílice, para ello, se hace la siguiente formulación del problema: ¿Cuál es el diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023?

Seguidamente se desprenden las siguientes preguntas específicas: ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$?, ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$? y ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la resistencia del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$?

Según Hernández (2018), esta investigación tiene una justificación por conveniencia, porque nos permitirá obtener información sobre las variables nanosílice, permeabilidad y resistencia a la compresión y de esta manera identificar el comportamiento de estas en contextos particulares; tiene una justificación por su valor de conocimiento, porque permitirá obtener datos de diseño de mezcla con el nanosílice, así como también marcar un punto de apoyo para futuras investigaciones; se justifica por su utilidad metodológica, ya que para la presente investigación recopiló investigaciones, tesis, artículos científicos que sirven como base teórica. En la parte de ensayos se hará uso de un laboratorio de materiales, certificado, que nos permitirá realizar ensayos a los distintos materiales a usar de manera confiable, así mismo nos permitirá realizar los cálculos y comparaciones de las permeabilidades y las resistencias obtenidas en la elaboración de un concreto patrón y concretos con nanosílice.

Por tanto, esta investigación adquiere gran relevancia, si bien existe investigaciones de concretos con porcentajes de nanosilice variados en el concreto, 2 investigaciones internacionales indicaron que el 3% de nanosílice es el porcentaje máximo para incrementar la resistencia a una edad temprana. Tambien 3

investigaciones nacionales indicaron que 1.1%, 1.4% y 1.7% son los porcentajes máximos de nanosilice que incrementan la resistencia del concreto. Mientras que para la presente tesis se plantea de utilizar otras cantidades, en este caso del 1.2%, 1.6% y 2.0% con la finalidad de observar estos nuevos resultados, además de ello se va evaluar la permeabilidad, esta propiedad no solo permite medir en cierta medida, la durabilidad del concreto, sino que de mejorarla gracias al nanosilice puede ser muy aportante sobre todo para aplicaciones en pavimentos de concreto, ya que son estructuras que están muy expuestas a presencias de lluvia.

Como objetivo general se planteó Determinar un diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosilice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023, Como objetivos específicos se tiene que, Identificar los efectos de la nanosilice como mejora en la dosificación del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, determinar cómo influye la adición de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y determinar cómo influye la adición de nanosilice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

Como hipótesis general de la presente investigación y en base a precedentes se menciona que El diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosilice mejorará su permeabilidad y resistencia a compresión, Lima 2023

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Caiza (2020) en su tesis que tuvo por objetivo realizar un comparativo entre los valores de resistencia a la compresión de un concreto tipo GU de resistencia 240 kg/cm², para distintas dosis de los materiales mencionados, con el adicional de utilizar agregados de la Mina Santa Isabel. El autor hizo dosificaciones con 4%, 8% y 12% de sodio y 1%, 3% y 5% de nanosilice del peso del cemento, en tanto según dosificaciones la cantidad de cemento para el 1% de nanosilice fue de 6.07 kg mientras que el nanosilice 0.06 kg, para el 3%, fue de 5.95 kg, mientras que el nanosilice fue de 0.18 kg, y para el 5%, fue de 5.83 kg de cemento y 0.31 kg de nanosilice. La metodología empleada del tipo experimental consistió en la elaboración de especímenes o testigos para los distintos porcentajes, para luego realizar ensayos en laboratorio a los 7. Las resistencia a la compresión de los testigos de concreto con dosis del 4% de silicato de sodio en un concreto de $f'c = 240$ kg/cm², a los 28 días fue de 258 kg/cm², para el 8% fue de 276 kg/cm² y para el 12% incremento a 292 kg/cm², en cambio adicionándole nanosilice al 1%, al mismo concreto de $f'c = 240$ kg/cm² se registro una nueva resistencia a la compresión de 318 kg/cm², considerando el 3% obtuvo una resistencia a la compresión de 355 kg/cm² y para 5 % una resistencia a la compresión de 283 kg/cm², estos valores indican que la cantidad óptima de sodio es del 8% y en cuanto el nanosilice al 3%, logrando incrementar la resistencia de 240 kg/cm² a 276 kg/cm² y a 355 kg/cm² respectivamente. Concluyó que de todos los porcentajes estudiados el óptimo fue el de 3% de nanosilice mejorando en aspectos como la consistencia, trabajabilidad y los costos de la nueva mezcla. A partir de este documento, se tiene un primer indicador que en tanto se adicione mas cantidad de nanosilice no significa que la resistencia ira incrementandose, más al contrario, llega a un punto en el que la resistencia disminuye, por tanto es importante encontrar el punto de equilibrio, o ración óptima de nanosilice.

Por otra parte Barrionuevo (2021), en la ciudad de Quito, en sus tesis de grado cuyo objetivo fue evaluar la influencia del microsíllice y nanosilice en mezcla de hormigón de alto desempeño HPC, tuvo por metodología el tipo experimental, y consistió en la

realización de diseño de mezcla incorporando 5%, 10% y 15% de microsilice combinado con 0.75%, 1% y 3% de nanosilice para evaluar características de resistencia a tracción, flexión, compresión y el módulo de elasticidad a los 3, 7, 14, 28 y 56 días. Los resultados dieron que el diseño adecuado es utilizando 15% de microsilice combinado con 3% de nanosilice, pues estas cantidades logran una consistencia plástica y trabajabilidad muy buena, con respecto a la tracción logran un incremento del 28%, para la flexión incrementan la resistencia en 4%, y para la resistencia a compresión incrementan en 15% . Concluye que la microsilice y silice mejora las características físicas como consistencia, cohesión y trabajabilidad, y características mecánicas como resistencia a flexión, tracción y compresión del concreto en las proporciones ideales de 15% de microsilice y 3% nanosilice.

Para Schiavon (2021), en su investigación que tuvo por objeto analizar las propiedades mecánicas y microestructurales de hormigones de altas prestaciones que contienen nanosilice y humo de sílice, mostraron resultados prometedores respecto a uso de nanomateriales para el concreto. El estudio evaluó la eficiencia del humo de sílice en suspensión con el concreto, así como el superplastificante con nanosilice coloidal en suspensión y sus propiedades mecánicas. Se diseñaron muestras de mezclas dosificadas para evaluar los efectos del humo de sílice y nanosilice coloidal en tres clases de concreto. En el concreto se utilizaron 1.5% y 3% de nano sílice. El humo de sílice se utilizó en 5% y 10%. Se elaboraron probetas cilíndricas de concreto, para ser evaluados mediante ensayos de compresión a una edad de 7 y 28 días. Los resultados indicaron que el concreto con 10% de humo de sílice y 3% de nanosilice evidencio un aumento del 75% en el f'_c del concreto a los 28 días respecto del testigo patrón. Además, los resultados del concreto que solo utilizo 10% de humo de sílice y $a/c=0.35$ evidencio una mayor resistencia del 47% (76.75MPa) en comparación al concreto con nanosilice coloidal con 52.19MPa a la edad de 28 días.

Ashwini et al. (2023) en su artículo revisión presentó una recopilación de los avances en los estudios de los nanomateriales como opción para mejorar el concreto tradicional. La recopilación abordó principalmente los estudios de nanosilice,

nanoalumina, nanotubos de carbono, nanometacaolina y oxido de nanotitanio. En el artículo se presentó los resúmenes de las investigaciones de varios autores, los que consideraron variables al diseño de mezcla, de acuerdo al slump y de acuerdo a la relación agua cemento, obteniéndose distintas resistencias. Así mismo realiza un análisis a cada resultado. De la información presentada concluyó que a edades tempranas la resistencia del concreto se incrementa mediante la introducción de nanomateriales.

A nivel nacional Caballero (2021), en su investigación experimental evaluó el uso de concreto con adición de nanosílice. Se elaboró muestras de concreto base con 4 tipos de resistencias y otras con nanosílice en porcentajes de 0.6%, 0.8%, 1.0% y 1.4 %. Los resultados que se obtuvieron manifestaron que en el caso de las muestras de concreto 350kg/cm² con nanosílice a 28 días de curado obtuvo un aumento en la resistencia a la compresión de 14.73%, 17.00%, 20.57% y 29.15% para nanosílice 0.6%, 0.8%, 1% y 1.4% en comparación con las muestras del concreto patrón. Concluyendo que el aumento de nanosílice en el concreto patrón, aumenta su resistencia a la compresión.

Marcos (2021), en su investigación analizó el comportamiento de la adición de 0.9% NS, 1.0% NS y 1.1% NS. Utilizo la metodología aplicada y diseño experimental que consistió básicamente en hacer testigos de concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para posteriormente ser ensayados según normativa a los 7, 14 y 28 días. Como resultados se ha obtenido que para el 0.9% de nanosílice la resistencia se incrementa a 536 kg/cm², para el 1.0% solamente a 520 kg/cm² y para 1.1% a 512 kg/cm², es decir que con estas cantidades añadidas de nanosílice, la resistencia se incrementó en un 27.8%, 23.91% y 22.09% respectivamente. Concluyó que el óptimo porcentaje de nanosílice a utilizar es el 0.9%, y este lograría incrementar la resistencia a compresión del concreto de alto desempeño en 27.8%. Como se nota de esta investigación, en tanto incrementa la proporción añadida de nanosílice, se obtiene una disminución en la resistencia del objeto estudiado, por lo que según este estudio puede destacarse que la resistencia o $f'c$ del concreto aumenta o disminuye en forma inversamente

proporcional con la añadidura de nanosílice.

Enciso y Huaman (2019), en su tesis referente al uso de nanosílice, evaluó la incidencia de este nuevo material en concretos autocompactantes. La metodología de esta investigación del tipo aplicada consistió en hacer desarrollar muestras utilizando el nanosilice en proporciones de 0.5%, 1.5% y 3% del peso del cemento. Los resultados de este estudio muestran los siguientes valores a los 28 días de ensayo, sin añadidura de nanosilice, un $f'c = 426 \text{ kg/cm}^2$, con añadidura del 0.5% de nanosilice una resistencia de 559 kg/cm^2 , con añadidura del 1.5% de nanosílice $f'c = 674 \text{ kg/cm}^2$, pero con añadidura del 3% de nanosilice un $f'c = 520 \text{ kg/cm}^2$, notandose que llega un punto en el que mientras la cantidad de nanosílice en el concreto aumente, su resistencia empieza a disminuir. Concluyendo que el 1.7% de nanosílice establece mayores valores de resistencia, ya que logra incrementarse hasta 704.20 kg/cm^2 , por tanto la incorporación de nanosilice resulta significativa y positiva.

Por otra parte, Dongo y Saavedra (2021), en su investigación respecto a la influencia de la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto. Su investigación fue del tipo aplicada ya que elaboró testigos de concreto de relaciones agua cemento 0.60, 0.55, 0.50 y combinaciones con 0.5% y 0.7% de nanosílice. Se realizaron ensayos de permeabilidad al concreto endurecido. Como resultado se obtuvo para la relación a/c 0.60 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, profundidad de penetración de 3.87cm, 3.71cm y 3.65cm respectivamente, para relación a/c 0.55 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, profundidad de penetración de 4.0cm, 3.78cm y 4.14cm respectivamente y finalmente para relación a/c 0.50 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, profundidad de penetración de 3.87cm, 3.74cm y 4.32cm respectivamente. Llegó a la conclusión que el coeficiente de permeabilidad se reduce según se reduce la relación a/c. El coeficiente de permeabilidad podrá ser reducido para las relaciones a/c 0.60, 0.55 y 0.50 considerando la adición de 0.5% de nanosílice. Además, la porosidad de los especímenes con nanosílice se redujo con respecto a la del concreto patrón.

El concreto es un material producido a partir de mezclarse de 3 componentes primordiales, que son: Cemento, agregados y agua, a los que eventualmente se añade un cuarto componente. Torre C. (2004, p. 74).

El concreto se presenta en 3 estados diferentes. En su estado fresco inicialmente el concreto suele parecerse a una masa blanda que puede ser moldeada de diferentes formas. Se conserva así durante la colocación y compactación. De este estado, se destacan, 2 características muy importantes, la trabajabilidad y la consistencia, IMCYC (2004). En su estado fraguado, el concreto comienza a ponerse rígido, en este punto el concreto ya no es blando, a esto se conoce como fraguado del concreto. El mismo que tiene lugar luego de compactarse y también durante la etapa de acabado. Finalmente, en su estado sólido después de que el concreto haya fraguado, este comienza a ganar o aumentar su resistencia y finalmente se endurece. En este estado las características más importantes son durabilidad en el tiempo y la misma resistencia. Para Salamanca (2001), el concreto en estado sólido es como roca artificial, de gran durabilidad, gran fortaleza y en comparación con el acero o la madera es económico.

La resistencia a compresión del concreto es la capacidad del concreto de soportar cargas de acuerdo al diseño para lo cual fue creado. Así mismo, debido a su facilidad de evaluación y en muchos casos, suficiente para avalar buen desempeño estructural. Sin embargo, deben controlarse las otras propiedades para aumentar la efectividad en los procesos constructivos, aumentando también la propia vida útil del concreto (Rivva, 2014).

El comité ACI 214-77 establece el estándar para el control de calidad del concreto. Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión son clasificados según la tabla 1.

Tabla 1. Estándar para el control de calidad del concreto

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6

Fuente: Tabla 3.5 de AC I 214-77

En determinadas circunstancias, las técnicas de preparación, colocación o curado son insuficientes, afectando el comportamiento y la calidad del concreto. Las variables que provienen de dicha calidad se pueden clasificar en MO, procesos, maquinaria, equipos y Medio Ambiente (Orozco et al., 2018).

La trabajabilidad del concreto es una característica de este material cuando se encuentra en estado fresco, que es muy significativa al momento de mezclarse, compactarse, colocarse y dársele acabado al concreto, sin que existan problemas de segregación ni exudación durante la construcción (Abanto, 2000).

Uno de los componentes principales del concreto es el cemento que es una materia pulverizada, con la peculiaridad de que, al ser combinado con proporciones adecuadas de agua, se convierte en una pasta que puede fraguar, en ambientes como agua y también al aire libre, para convertirse en un sólido estable. De esta definición quedan excluidas la cal hidráulica y los yesos (Rivva, 2014). El cemento se define como un material con la característica de ser adhesiva y cohesiva, lo que provoca reacciones de aglutinamiento entre elementos minerales para lograr un solo elemento sólido (Neville, 2013).

Los agregados pueden ser preparados de forma natural o artificial. Suelen ser arenas y gravas formadas por procesos erosivos en combinación con acciones del viento y agua. Comúnmente suelen obtenerse de la trituración de rocas naturales, los que además pasan por un proceso de lavado y tamizado, con el fin de obtener partículas de diferentes tamaños, pero de forma proporcionada. Para la producción de estos materiales se utilizan rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias (Rivva, 2014)

El agua es el material primordial en la preparación del concreto, ya que una dosis adecuada proporciona una alta resistencia, buena trabajabilidad y excelentes características al concreto endurecido (Abanto, 2000).

La permeabilidad es el ensayo que determina cual es la tasa de infiltración de agua que tiene un concreto. En el Perú no existe una norma establecida para esta medición por lo que esta prueba es desarrollada bajo la norma alemana D.I.N 1048 y consiste en aplicar agua a una presión de 5bar durante 3 días. Luego de culminado el ensayo se corta las muestra de manera perpendicular a la cara plana y se mide la profundidad de penetración. (Bustamante, 2017).

La permeabilidad es la capacidad del material para permitir la filtración de un fluido a través de sus poros interconectados; de ahí que dependa de la cantidad total de los poros, así como de su distribución, tamaño e interconectividad. La porosidad del concreto está definida como el volumen que ocupan los poros en el interior del concreto sólido, además que tiene dependencia con la relación a/c (Solis y Acocer, 2019).

Al diseño de mezclas de concreto se le define como el uso técnico y práctico del conocimiento científico sobre sus componentes y sus interacciones para generar un material final que satisfaga los criterios específicos del proyecto de construcción de la manera más efectiva (Pasquel, 1998).

El nanosílice, es un nanomaterial que se compone por nanopartículas de SiO₂. Tiene una forma esférica y su diámetro varía entre los 15 y 40 nm (Silva, 2017). El nanosílice en la pasta de cemento es crítica y afecta completamente el desempeño de los materiales creados (Sobolev et al., 2009).

De acuerdo a la ficha técnica del Gaia Nanosílice, es un nanomaterial que se presenta en estado líquido, presenta una coloración café claro. Su densidad está en el rango de 1.03±0.02g/ml. Producto de las reacciones químicas en el concreto, las nanopartículas de sílice se transforman en nanopartículas de cemento. Considerando dosificaciones adecuadas, se logra obtener concretos impermeables de acuerdo a la norma DIN 1048.

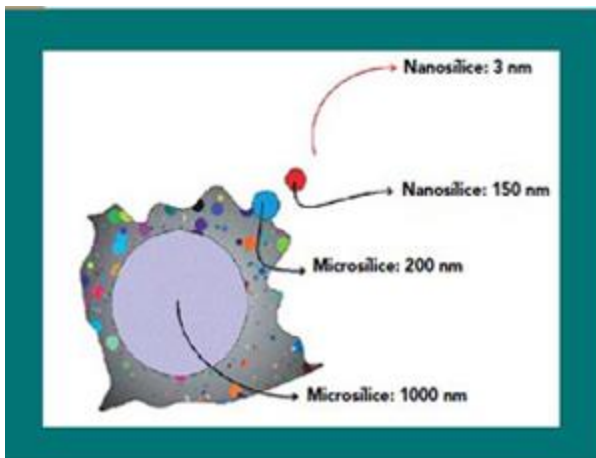
Industrial Ulmen S.A. es el fabricante de Gaia Nanosilice usado en la presente tesis, la misma que certifica que el nanomaterial cumple los requisitos de uniformidad indicado en la norma NTP 334.088 2015 (ver figura 1)

Figura 1: Parámetros técnicos del Gaia nanosilíce

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Sólidos	5 ± 2	3,8
Densidad	1,03 ± 0,02 (g/ml)	1,03
Sólidos	15 ± 1,8 (%)	14,9
Color	Café claro	Cumple

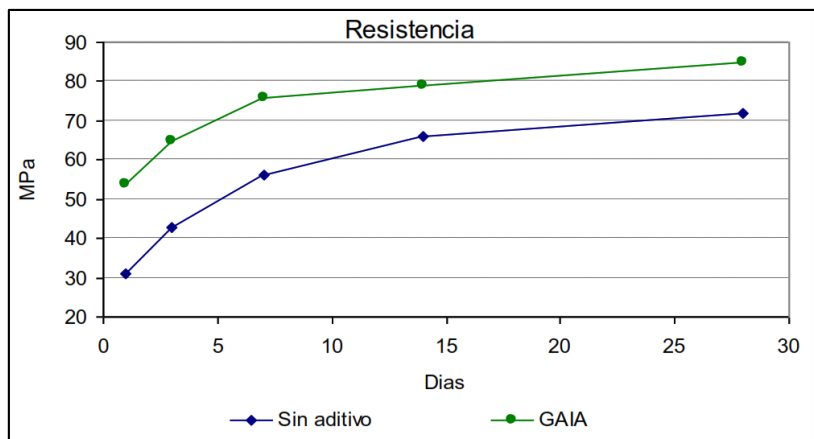
Fuente: Certificado de calidad del producto, lote 1550523

Figura 2: Nanosilíce de tamaño nanométrico



Fuente: ulmen.cl

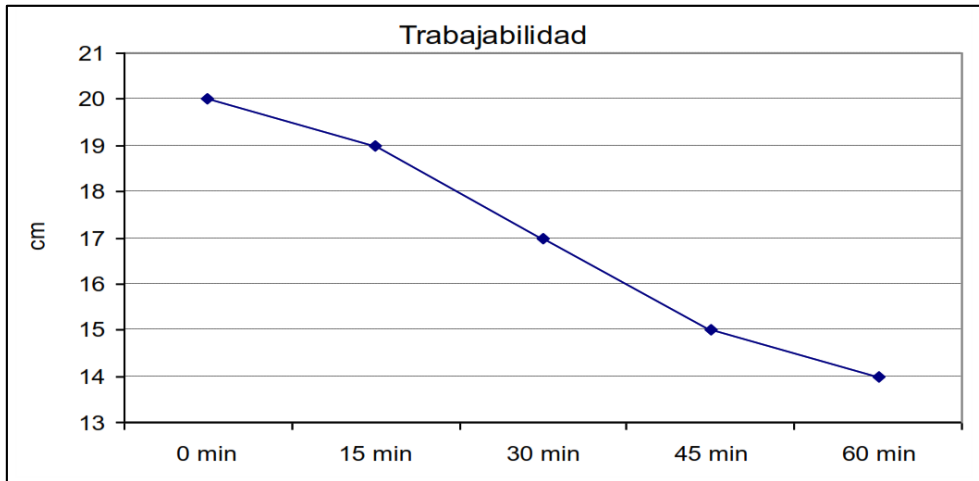
Figura 3: Curva de resistencia del nanosilíce vs tiempo



Fuente: Ficha técnica del Gaia Nanosilíce

De la gráfica podemos notar que los valores de resistencia usando Gaia nanosílice son mayores a las resistencias sin adición de nanosílice.

Figura 4: Curva de Trabajabilidad del nanosílice vs tiempo



Fuente: Ficha técnica del Gaia Nanosílice

De gráfico se puede notar que la curva de trabajabilidad es decreciente en el tiempo.

En referencia a la trabajabilidad, Sánchez et al. (2016) en su investigación concluye que la incorporación de nanosílice provoca disminución de su docilidad y la fragua se acelera. Lo que provoca dificultades para la colocación final. Se dificulta la adaptación al recipiente que lo contiene cuando se incorpora nanosílice a la mezcla.

Tambara (2022) menciona que el nanosílice en cualquier porcentaje reduce la viscosidad y retrasa el punto de inicio de la fragua del concreto, lo que genera ventajas para aplicaciones como bombeado de concreto, lanzamiento de concreto e impresión 3D.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

En el método científico hay diferentes tipos de investigación, por lo cual es necesario conocer las características para conocer el que mejor se adapte al estudio que se esté realizando. Una de ellas, es la investigación aplicada, la cual busca conocer, actuar, construir o corregir una realidad problemática (Borja, 2016, p.10).

Con respecto a lo mencionado el presente trabajo es un tipo de investigación aplicada porque busca conocer cómo es que la utilización de este nuevo material (el nanosílice) lograría mejorar la característica primordial del concreto, adicionalmente evaluar la reducción de la permeabilidad del mismo, y como es que en base a ello puede determinarse un diseño de mezcla óptimo.

3.1.2. Diseño de investigación

Para diseños cuasi experimentales, se manipulan intencionadamente la variable independiente a fin de ver sus efectos en relación a la variable dependiente (Hernández et al., 2018).

A partir de lo mencionado, el diseño de esta tesis es cuasi experimental, ya que las muestras no son elegidas al azar, sino que de manera intencional se manipula la variable independiente “nanosílice”, que en este caso será utilizado en dosificaciones de 1.2%, 1.6% y 2%

3.2. Variables y operacionalización

Esta tesis nombrada Diseño de mezcla para concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a compresión, Lima 2023: Se tiene como variable dependiente a la permeabilidad y resistencia a la compresión y como variable independiente al nanosílice.

Figura 5: Fórmula de la variable dependiente e independiente

$$X = \text{Nanosilice}$$
$$Y = \text{Permeabilidad y resistencia a compresión}$$
$$Y = f(X)$$

Fuente: Tesista Edder Neyra

Variable 1: Nanosílice

Variable independiente: *Añadidura de nanosílice*

- Definición:

Este material está formado por partículas de tamaño nanométrico, mayoritariamente de dióxido de silicio SiO_2 . Debido a sus dimensiones pequeñas, resulta ideal para mejorar las propiedades del concreto (Carrasco y Fernandez, 2019).

Variable 2: Permeabilidad y Resistencia a compresión

Variable dependiente: *Permeabilidad y Resistencia a compresión*

- Definición:

A la resistencia a la compresión se conoce como la característica mecánica más importante del hormigón, debido a su facilidad de evaluación y en muchos casos,

suficiente para avalar buen desempeño estructural (Niño, 2010).

La permeabilidad esta definido como el volumen de agua que pasa a presion atravez de un bloque de concreto, ademas es la capacidad del concreto de resistir al paso del agua atraves de ella (Kosmatka et al., 2004).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Es la cantidad total de elementos pertenecientes a un grupo, que conforman un tema de estudio (Borja, 2016).

La población para esta tesis, es indeterminada conformada por todos los especímenes que se pueden constituir a partir de los componentes del concreto que servirán para analizar las propiedades del concreto con incrementos de nanosílice

Muestra:

En este estudio, la muestra se realizará a criterio propio del investigador en relación a los indicadores que se buscan evaluar, apoyándose en la normativa correspondiente (Fidias, 2012).

En total se tomarán 64 muestras para ensayar en laboratorio, la resistencia a compresión:

Testigos patrón: 16 testigos (8 testigos para 7 y 28 días)

Testigos 1.2% de nanosílice: 16 testigos (8 testigos para 7 y 28 días)

Testigos 1.6% de nanosílice: 16 testigos (8 testigos para 7 y 28 días)

Testigos 2% de nanosílice: 16 testigos (8 testigos para 7 y 28 días)

Para el caso de la permeabilidad, se evaluarán 4 muestras que serán sometidas a ensayo de acuerdo a la siguiente distribución:

Testigos patrón: 1 testigo para los 28 días

Testigos 1.2% de nanosílice: 1 testigo para los 28 días

Testigos 1.6% de nanosílice: 1 testigo para los 28 días

Testigos 2% de nanosílice: 1 testigo para los 28 días

Muestreo:

El muestreo es una poderosa herramienta de investigación; es el método por el cual el investigador escoge unidades representativas para recopilar datos que le permitirán conocer más acerca de la población objeto de investigación (Gómez, 2012).

Para esta tesis, se opta por un muestreo de forma no probabilística, puesto que la muestra es elegida bajo los criterios del investigador y la normativa correspondiente.

Unidad de análisis:

Se considera a todos los testigos de concreto cuya realización no muestre signos de fracturamiento o desprendimiento, es decir esté en óptimas condiciones para realizar los ensayos respectivos, por tanto, la unidad de análisis serán los testigos de concreto en estados adecuados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Son los procedimientos respecto a la forma de recolectar y evaluar lo que se está estudiando, acompañados de los instrumentos que son las herramientas que ayudan a la recolección de la información, por lo que también se trata de un conjunto de procedimientos y estrategias. La percepción directa del objeto de investigación es la base de la observación científica como metodología. A través de la percepción directa de objetos y fenómenos, la observación nos permite comprender la realidad (Álvarez de Zayas, 2001).

Observación: El método empleado en este estudio es la observación, que nos permitirá observar cómo se comporta el concreto cuando se introducen distintas concentraciones de nanosílice.

Instrumentos de recolección de datos

Fichas técnicas: Se utilizarán hojas de Excel como herramienta de recopilación de datos de los ensayos de absorción y vacíos del concreto endurecido según la norma ASTM C642 y la resistencia del concreto (medido mediante el equipo de compresión bajo la Norma ASTM C39).

En la presente investigación la confiabilidad se dará a cabo en base a los certificados de calibración de los equipos usados para los ensayos de laboratorio.

La validez de los formatos de registro de datos de ensayos viene dado por la revisión y aceptación de un juicio experto, en nuestro caso es un ingeniero civil colegiado.

3.5. Procedimientos

El presente estudio hace uso de un conjunto de pasos o procedimientos, que ayudan al logro de objetivos, para ello se sigue la siguiente secuencia:

- Paso 1: Debemos elegir los materiales adecuados:
El cemento portland Sol tipo I será el cemento utilizado en este estudio. La cantera de Trapiche, que se encuentra en el norte de Lima, es donde se producen los agregados.
El nanosílice de marca GAIA se adquirió de la empresa ULMEN Perú, cuya sede principal de investigación está ubicado en Chile.
- Paso 2: Se ubicará un laboratorio certificado con equipos calibrados, con estas características, podremos decir que los equipos son confiables. La caracterización de los agregados para diseñar la mezcla para esta tesis se realizara en el laboratorio certificado Ingeocontrol.
- Paso 3: A partir de bibliografía pertinente, la NTP, la ASTM y ACI, definir cuáles serán las proporciones adecuadas de nanosílice, y evaluar cómo es que estas cantidades van a influir en la dosificación del concreto.

- Paso 4: Establecer el diseño de la mezcla para el concreto normal y los concretos dosificados con porcentajes de 1,2%, 1,6% y 2% de nanosílice, teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de la etapa anterior..
De este paso se obtienen las cantidades del cemento, agua, agregados y nanosílice, de los que además se harán ensayos pertinentes como peso unitario, peso específico y otros, siempre bajo la normativa correspondiente, en este caso ACI y ASTM.
- Paso 5: En este paso se elaboran los 4 tipos de concretos, a los que se les realiza ensayos al concreto fresco, como es la temperatura, slump y peso unitario.
- Paso 6: Se elaboran 8 testigos o probetas de concreto sin y con añadidura de nanosílice en las proporciones mencionadas por cada tipo de concreto, en este caso obtendremos 68 especímenes cilíndricos de 4"x8", luego de desencofradas se las dejara en un proceso de curación los días pertinentes, para su posterior evaluación de permeabilidad y resistencia.
- Paso 7: Se realizan los ensayos de rotura de probetas de acuerdo a la norma ASTM C39. Considerando que las primeras 32 probetas deberán ensayarse a la edad de 7 días y 32 probetas ensayadas a la edad de 28 días. Para evaluar la permeabilidad se realizaran ensayos de absorción y vacíos del concreto endurecido (porosidad) a 4 probetas a los 28 días bajo la norma ASTM C642.

Los datos de la caracterización de los agregados se muestran en las siguientes tablas. En el caso de nanosílice se mostrará la ficha técnica del fabricante.

La granulometría o gradación de los agregados es la distribución o porcentaje de las partículas distribuidas por tamaño en una misma muestra de agregado (Gutiérrez, 2003).

a. Análisis granulométrico del agregado fino

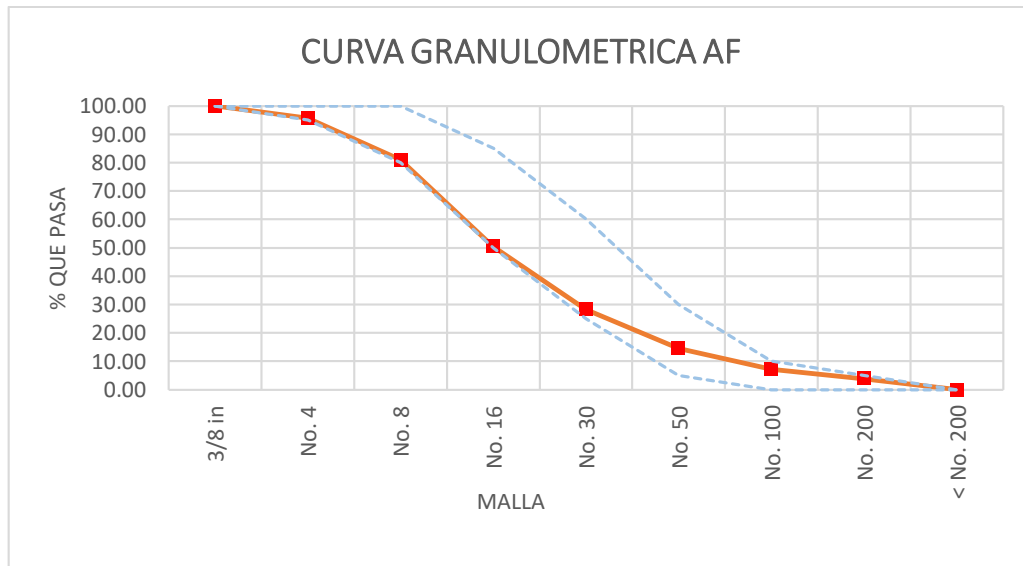
Las pruebas se realizaron conforme a la norma ASTM C136.

Tabla 2: Granulometría del agregado fino

Malla	Peso Retenido (gr.)	Parcial Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Acumulado que pasa (%)	Especificación	
					Mínimo	Máximo
No. 4	42.0	4.34	4.34	95.66	95.00	100.00
No. 8	141.9	14.65	18.99	81.01	80.00	100.00
No. 16	295.7	30.54	49.53	50.47	50.00	85.00
No. 30	215.2	22.22	71.76	28.24	25.00	60.00
No. 50	132.7	13.70	85.46	14.54	5.00	30.00
No. 100	72.0	7.44	92.90	7.10	0.00	10.00
No. 200	31.7	3.27	96.17	3.83	0.00	5.00
< No. 200	37.1	3.83	100.00	0.00		
					MF	3.23

Fuente: Tesista Edder Neyra

Figura 6: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Tesista Edder Neyra

La figura 6 muestra que la curva granulométrica del agregado está contenida dentro de los valores mínimos y máximos especificada en la NTP 334.088, lo que indica que es apto para los diseños propuestos.

b. Análisis granulométrico del agregado grueso

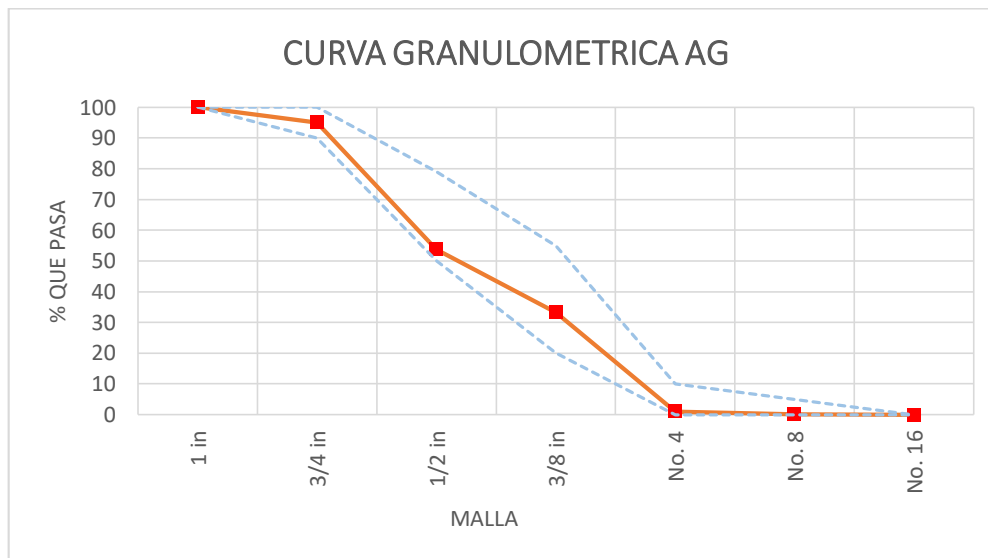
Las pruebas se realizaron conforme a la norma ASTM C136.

Tabla 3: Granulometría del agregado grueso

Malla	Peso Retenido (gr.)	Parcial Retenido (%)	Retenido Acumulad o (%)	Acumulad o que pasa (%)	Especificación	
					Mínimo	Máximo
3/4"	183.60	5.01	5.01	94.99	90.00	100.00
1/2"	1512.10	41.28	46.30	53.70	50.00	79.00
3/8"	749.00	20.45	66.74	33.26	20.00	55.00
No. 4	1184.90	32.35	99.09	0.91	0.00	10.00
No. 8	30.10	0.82	99.92	0.08	0.00	5.00
< No. 200	3.10	0.08	100.00	0.00	-	-
					MF	6.70
					TMN	3/4"

Fuente: Tesista Edder Neyra

Figura 7: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Tesista Edder Neyra

La figura 6 muestra que la curva granulométrica del agregado está contenido dentro de los valores mínimos y máximos especificada en la NTP 334.088, lo que indica que es apto para los diseños propuestos.

c. Contenido de humedad evaporable de los agregados

Se calculó bajo la metodología ASTM C566-19.

Tabla 4: Contenido de humedad del agregado fino ASTM C566-19

Item	Descripción	Und	Datos	Cantera
1	Masa del recipiente	gr	251.7	Trapiche
2	Masa del recipiente + muestra húmeda	gr	1236.3	Trapiche
3	Masa del recipiente + muestra seca	gr	1220.0	Trapiche
4	Contenido de Humedad	%	1.68	Trapiche

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 5: Contenido de humedad del agregado grueso ASTM C566-19

Item	Descripción	Und	Datos	Cantera
1	Masa del recipiente	gr	673.99	Trapiche
2	Masa del recipiente + muestra húmeda	gr	4352.3	Trapiche
3	Masa del recipiente + muestra seca	gr	4336.7	Trapiche
4	Contenido de Humedad	%	0.43	Trapiche

Fuente: Tesista Edder Neyra

d. Peso unitario suelto y compactado de los agregados

Se calculó según lo indicado en la norma ASTM C29 / C29M - 17a.

Tabla 6: Peso unitario suelto del agregado fino

Identificación	1	2	Promedio
Masa de molde (kg)	7.391	7.391	
Volumen de molde (m3)	0.002838	0.002838	
Masa de molde + muestra (kg)	11.829	11.856	
Masa de muestra (kg)	4.438	4.465	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1564	1573	1569

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 7: *Peso unitario compactado del agregado fino*

Identificación	1	2	Promedio
Masa de molde (kg)	7.391	7.391	
Volumen de molde (m3)	0.002838	0.002838	
Masa de molde + muestra (kg)	12.346	12.372	
Masa de muestra (kg)	4.955	4.981	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1746	1755	1751

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 8: *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Identificación	1	2	Promedio
Masa de molde (kg)	6.372	6.372	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra (kg)	20.658	20.674	
Masa de muestra (kg)	14.286	14.302	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1541	1542	1541

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 9: *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Identificación	1	2	Promedio
Masa de molde (kg)	6.372	6.372	
Volumen de molde (m3)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra (kg)	21.335	21.321	
Masa de muestra (kg)	14.963	14.949	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1614	1612	1613

Fuente: Tesista Edder Neyra

e. Peso específico y % absorción del agregado fino y grueso

Agregado Fino: Se calculó según la ASTM C128-15.

Agregado Grueso: Se calculó según la ASTM C127-15.

Tabla 10: Peso específico y % absorción del agregado fino

Identificación		1	2	Promedio
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500	500	
B	Masa Frasco + agua	645.4	645.4	
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	961.8	961.6	
D	Masa del Mat. Seco	495	495.5	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa		2.7	2.7	2.696
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS		2.72	2.72	2.722
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente		2.77	2.76	2.768
% Absorción = $100 \cdot ((A-D)/D)$		1	0.9	1

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 11: Peso específico y % absorción del agregado grueso

Identificación		1	2	Promedio
A	Masa de la muestra sss	2189.3	2207	
B	Masa de la muestra sss sumergida	1404.3	1415	
C	Masa de la muestra secada al horno	2168.6	2189.5	
Gravedad Específica de Masa		2.763	2.765	2.764
Gravedad Específica de Masa S.S.S		2.789	2.787	2.788
Gravedad Específica Aparente		2.837	2.827	2.832
Porcentaje de Absorción (%)		1	0.8	0.877

Fuente: Tesista Edder Neyra

f. Resumen de datos técnicos de los agregados

La siguiente tabla resume los ensayos a los agregados grueso y fino.

Tabla 12: Resumen de datos técnicos de los agregados grueso y fino

Identificación	Grueso	Fino
Perfil	Angular	
Peso específico Kg/m ³	2764	2696
Peso unitario suelto Kg/m ³	1541	1569
Peso unitario compactado Kg/m ³	1613	1751
Módulo de finura	6.7	3.23
TMN	3/4"	-
% de absorción	0.9	1
Contenido de humedad %	0.4	0.9

Fuente: Tesista Edder Neyra

g. Datos técnicos del cemento

Tabla 13: Datos técnicos del cemento tipo I

Identificación	Cemento
Marca	Sol
Tipo	I
Peso específico	3110 kg/m ³

Fuente: Ficha técnica de cemento Sol/Unacem

h. Propiedades físicas del Nanosílice

Se presenta los datos técnicos del nanosílice Gaia de la empresa ULMEN.

Tabla 14: Propiedades físicas del nanosílice

Identificación	Especificación
Marca	Gaia/Ulmen
Apariencia	Líquido
Densidad	1.03 g/ml

Fuente: Ficha técnica de Gaia Nanosílice

3.6. Método de análisis de datos

El presente documento, está realizado en torno a un enfoque cuantitativo, por lo que se hará uso del software excel, para analizar estadísticamente los resultados numéricos de permeabilidad y resistencia a la compresión para los materiales ensayados, la misma que nos permitirá obtener, cuadros estadísticos, gráficos, etc. Los problemas planteados en la investigación serán resueltos en base a los datos numéricos obtenidos.

3.7. Aspectos éticos

Un estudio gira en base a una búsqueda de bienestar y el progreso de los involucrados, con el fin de contribuir con el avance de descubrimientos científicos. Por ello, este estudio tiene como compromiso, contribuir con soluciones a un problema en específico, particularmente sobre la línea del estudio de nuevos materiales aportantes en la actualidad.

En tanto la investigación es transparente y original. En cuanto a la producción académica e intelectual me corresponde cómo autor, mencionar todas aquellas fuentes o bibliografías que han contribuido para el desarrollo de este documento.

IV. RESULTADOS

Después de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. Obtenemos los siguientes resultados:

OE 1: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Considerando la información técnica del cemento, datos técnicos del nanosílice, la información técnica de los agregados y la metodología del ACI 211.1, se establece los datos del diseño de mezcla para los concretos en estudio.

Para los diseños se establece la relación $a/c=0.37$ y un slump de 1" a 2".

Tabla 15: Datos de diseño de mezcla para 1 m3 de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ con y sin adición de nanosílice

Componente	Peso Húmedo			
	Patrón	1.2% NS	1.6% NS	2.0% NS
Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg	511 kg	511 kg
Agua	195 L	195 L	195 L	195 L
Gaia Nanosílice	0 kg	6.132 kg	8.176 kg	17.884 kg
Aire atrapado= 2%	-	-	-	-
Agregado Grueso	935 kg	935 kg	935 kg	935 kg
Agregado Fino	786 kg	770 kg	764 kg	739 kg

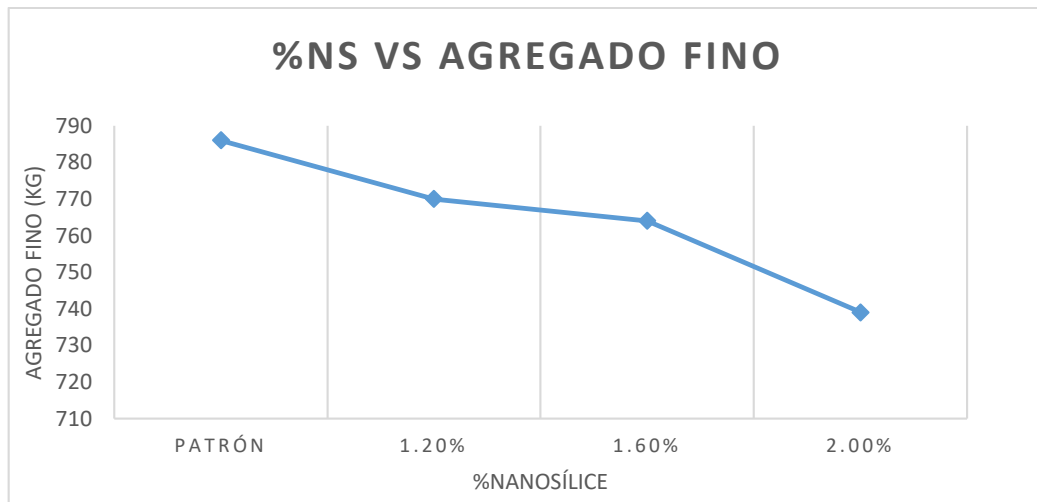
Fuente: Tesista Edder Neyra

Dentro de los pasos propuestos por el (ACI, 2002), el cálculo de la cantidad de agregado fino se calcula de la siguiente manera; una vez que se determinó el peso por unidad de volumen (1 m3) del agua, cemento, nanosílice, agregado grueso y aire. Convirtiendo esos valores a m3 en base al peso específico de cada material, se obtiene la cantidad de agregado fino a través de la siguiente formula:

$$V_{AF} = 1 - (V_{AGUA} + V_{CEMENTO} + V_{NS} + V_{AG} + V_{AIRES})$$

De la formula se desprende que la adición y/o aumento de nanosílice en la dosificación del concreto genera una disminución del volumen/peso de agregado fino (ver tabla 15)

Figura 8: Gráfico de variación del peso de agregado fino con la adición de nanosílice



Fuente: Tesista Edder Neyra

OE 2: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 16: Resumen estadístico de los datos de resistencia a la compresión a 7 días

Ensayo	f'c (kg/cm ²)						
	Patrón	1.2 % NS	% Var.	1.6 % NS	% Var.	2 % NS	% Var.
1	261	332	27%	358	37%	439	68%
2	266	336	26%	353	33%	443	67%
3	265	331	25%	351	32%	455	72%
4	265	335	26%	352	33%	450	70%
5	265	336	27%	355	34%	464	75%
6	264	335	27%	353	34%	478	81%
7	265	334	26%	357	35%	462	74%
8	264	335	27%	354	34%	474	80%
Media (kg/cm²)	264.4	334.3	26%	354.1	34%	458.1	73%
Mediana (kg/cm²)	265.0	335.0		353.5		458.5	
Desviación estándar (kg/cm²)	1.5	1.8		2.4		14.0	
Curtosis	4.26	-0.13		-0.74		-1.20	
Simetría	-1.86	-1.05		0.54		0.08	

Fuente: Tesista Edder Neyra

Los ensayos de rotura de probeta de concreto se realizaron de acuerdo con las variaciones de nanosílice establecidas en el diseño de mezcla.

Los ensayos se realizaron de acuerdo con los lineamientos de ASTM C39/C39M-21 (2014) y NTP 339.034-2008.

Según los resultados del ensayo de ruptura realizado a los testigos a la edad de 7 días, la adición de nanosílice al 1,2 %, 1,6 % y 2 % mejora la resistencia a la compresión en 26 %, 34 % y 73 %, respectivamente.

Tabla 17: Resumen estadístico de los datos de resistencia a la compresión a 28 días

Ensayo	f'c (kg/cm ²)						
	Patrón	1.2 % NS	% Var.	1.6 % NS	% Var.	2 % NS	% Var.
1	386	539	40%	586	52%	674	75%
2	382	559	46%	590	54%	686	80%
3	388	564	45%	601	55%	658	70%
4	360	568	58%	595	65%	707	96%
5	365	556	52%	603	65%	673	84%
6	389	564	45%	590	52%	694	78%
7	376	546	45%	604	61%	639	70%
8	366	564	54%	583	59%	698	91%
Media (kg/cm²)	376.5	557.5	48%	594.0	58%	678.6	80%
Mediana (kg/cm²)	379.0	561.5		592.5		680.0	
Desviación estándar (kg/cm²)	11.5	10.1		8.0		22.4	
Curtosis	-1.86	0.09		-1.70		-0.16	
Simetría	-0.34	-1.08		0.04		-0.63	

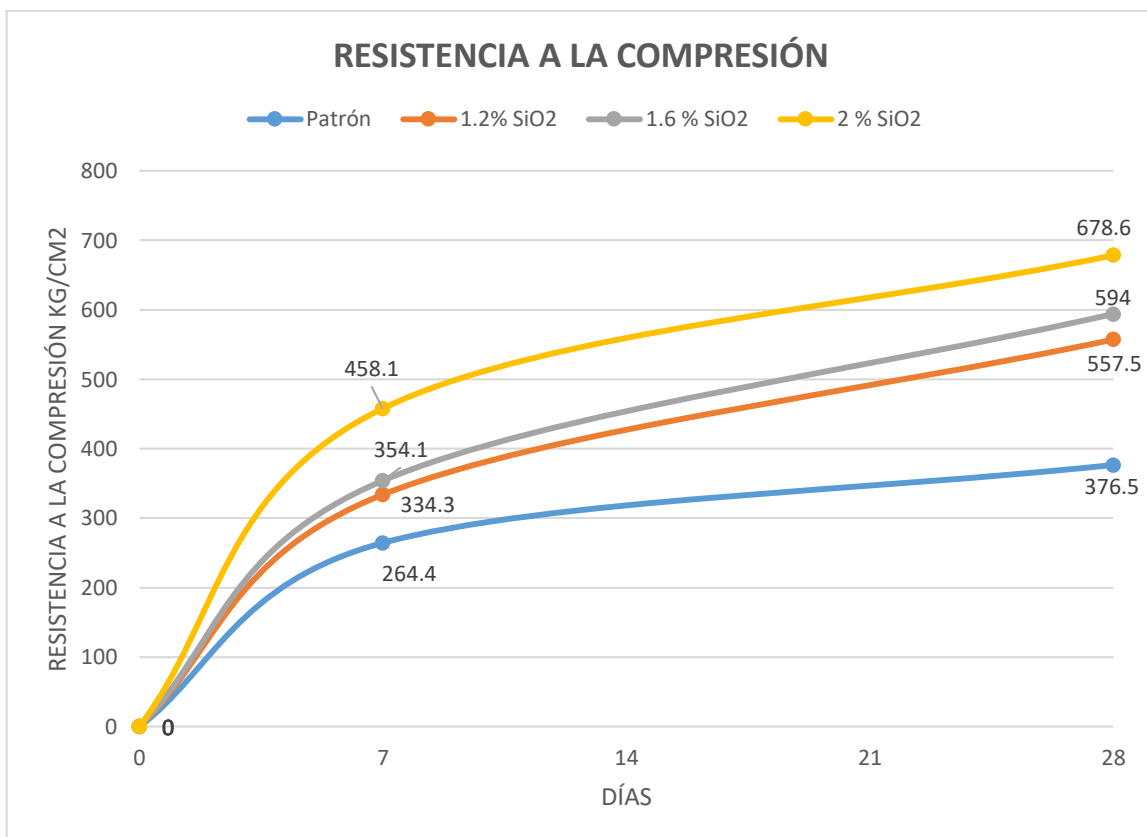
Fuente: Tesista Edder Neyra

De acuerdo al estándar para el control de calidad del concreto según el ACI 214-77, la desviación estándar del concreto patrón es 11.5 kg/cm² y está clasificado como excelente, la desviación estándar del concreto con 1.2%NS es 10.1 kg/cm² está

clasificado como excelente, desviación estándar del concreto con 1.6%NS es 8.0 kg/cm² está clasificado como excelente y la desviación estándar del concreto con 2%NS es 22.4kg/cm² está clasificado como suficiente.

Según los resultados del ensayo de rotura de probetas a los 28 días, con la adición de nanosilice al 1.2%, 1.6% y 2% la resistencia se incrementó en 48%, 58% y 80% respectivamente.

Figura 9: Gráfico de Resistencia a la compresión a los 7 y 28 días



Fuente: Tesista Edder Neyra

OE 3: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 18: Datos del ensayo de porosidad y absorción en el concreto a los 28 días.

Componente	Adición de nanosílice			
	Patrón	1.2 %	1.6 %	2 %
% Porosidad	12.9	11.9	9.6	9.1
% de absorción	5.6	5.0	3.9	3.8

Fuente: Tesista Edder Neyra

Tabla 19: Variación de la porosidad y absorción en el concreto a los 28 días.

Componente	Adición de nanosílice			
	Patrón	1.2 %	1.6 %	2 %
% Porosidad		-8%	-26%	-30%
% de absorción		-11%	-30%	-32%

Fuente: Tesista Edder Neyra

De acuerdo al ensayo de porosidad y absorción realizada, se obtuvieron los valores presentados en la tabla 18. En la tabla 19 se muestra los porcentajes de variación en relación a la adición de nanosílice. Evidenciándose que en el concreto patrón reduce su % de porosidad en 8%, 26% y 30% para 1.2 %, 1.6 % y 2 % de nanosílice respectivamente. El porcentaje de absorción se reduce en 11%, 30% y 32% para 1.2 %, 1.6 % y 2 % de nanosílice respectivamente.

V. DISCUSIÓN

En la investigación se estableció como OE 1: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

Considerando la relación $a/c=0.37$ y slump entre 1" y 2", se obtuvo que la dosificación del concreto está variando con la adición de nanosílice. Conforme se aumenta el % de nanosílice, disminuye el peso del agregado fino.

Barrionuevo (2021), en su investigación tuvo como objetivo específico proponer un diseño de mezcla para un concreto de alto desempeño Eco-Amigable mediante la adición de nanosílice como sustituto en porcentaje al cemento de 0.75%, 1.5% y 3%, determinó que considerando una relación de a/c de 0.30 y conforme se adiciona nanosílice al 0.75%, 1.5% y 3%, la cantidad de agregado fino se reduce con pesos de 652kg, 651.4kg y 650.1kg respectivamente.

De lo indicado se puede considerar que ambas tesis obtienen el mismo comportamiento del agregado fino frente a la adición de nanosílice.

Chuzón y Ramirez (2020), en su investigación determinó que la reducción del agregado fino está determinado según se aumenta el % de nanosílice. Considerando para la adición de nanosílice de 1%, 3% y 5% la cantidad de agregado fina fue de 739.30kg, 735.54kg y 724.76kg respectivamente.

Estas relaciones guardan estrecha similitud con la presente investigación, así como también se debe considerar que ambas investigaciones diseñaron el concreto de acuerdo a la metodología del ACI 211.4.

OE 2: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Se determinó que conforme se adiciona nanosílice al concreto, este aumenta su resistencia a la compresión.

Ashwini et al (2023), en su artículo de revisión, su objetivo fue recopilar los avances en los estudios de los nanomateriales como opción para mejorar el concreto tradicional. Concluye que el uso de nanopartículas mejora el desarrollo de la resistencia a la compresión, según los hallazgos. Además indica que las dosis de nanosílice máximo al 2% aumentan en un 20.25% la resistencia a la compresión, a partir de ese porcentaje, la resistencia del concreto empezaría a reducir.

Conforme a lo indicado en el artículo y la presente investigación, ambos concluyen en base a los datos obtenidos que el concreto incrementa su resistencia a la compresión conforme se adiciona nanosílice en porcentajes ascendentes desde el 1.2% hasta el 2%.

Enciso y Huaman (2019) En su tesis de grado evaluó la incidencia de este nuevo material en concretos autocompactantes. Los resultados de este estudio muestran los siguientes valores a los 28 días de ensayo, sin añadidura de NS, un $f'c = 426 \text{ kg/cm}^2$, con 0.5% NS un $f'c = 559 \text{ kg/cm}^2$, con 1.5% $f'c = 674 \text{ kg/cm}^2$, pero con 3% NS un $f'c = 520 \text{ kg/cm}^2$, notándose que llega un punto en el que mientras más cantidad de nanosílice se adicione, la resistencia disminuye. Encuentra que la proporción óptima de nanosílice está en torno al 1.7%, y consigue aumentar la resistencia del concreto desde 350 kg/cm^2 hasta 704.20 kg/cm^2 .

En la presente tesis se ha considerado cantidades de nanosílice al 1.2%, 1.6% y 2%, y como resultado, descubrimos que al agregar 2% de NS se logra una resistencia máxima de 707 kg/cm^2 a los 28 días.

La resistencia que hemos obtenido es muy cercano al resultado de la investigación en comparación, considerando que ambas investigaciones hemos usado $f'c=350\text{kg/cm}^3$ como concreto patrón.

OE 3: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Según los datos recogidos, el uso de nanosílice mejora la permeabilidad del concreto. Caballero, Damiani y Ruiz (2021) En su investigación optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, uno de sus objetivos fue analizar las variaciones que se producen en la permeabilidad con la adición de Nanosilice. Concluyendo que a medida que se aumenta la cantidad de nanosílice en el concreto, la permeabilidad se reduce, dando mayor compacidad al concreto. En base al ensayo de permeabilidad en el concreto con nanosílice obtiene que la penetración se reduce en un 50% en comparación a la penetración en el concreto patrón.

De los ensayos de la presente tesis obtuvimos que la mayor reducción en el % porosidad y el % de absorción de 30% y 32% respectivamente, se da en la adición de nanosílice al 2%. De acuerdo a la Ley de Darcy el incremento del coeficiente de permeabilidad es directamente proporcional a la porosidad del concreto. Según Vélez (2010), la porosidad es el factor principal para variar la permeabilidad de manera directamente proporcional. Para elementos con porosidad similar, la permeabilidad se puede presentar en diferentes valores, esto debido a la interconexión de sus poros. Bajo estas consideraciones, esta tesis determina que la permeabilidad se reduce con el aumento de nanosílice en razón que se reduce su porosidad y absorción, sin embargo no podemos establecer un porcentaje de variación de su permeabilidad.

Dongo y Saavedra (2021), en su investigación evaluó el comportamiento del concreto que con relación a/c 0.60 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, obtuvo una profundidad de penetración de 3.87cm, 3.71cm y 3.65cm respectivamente, para relación a/c 0.55 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, obtuvo una profundidad de penetración de 4.0cm, 3.78cm y 4.14cm respectivamente y finalmente para relación a/c 0.50 y concreto patrón, 0.5% NS y 0.7% NS, obtuvo una profundidad de penetración de 3.87cm, 3.74cm y 4.32cm respectivamente. De los datos obtenidos concluye que para una misma relación a/c y adicionando nanosílice al concreto, la profundidad de penetración se reduce.

Las conclusiones del autor tienen similitud en cuanto a los datos que obtuvimos en los ensayos de porosidad y absorción ya que los valores obtenidos fueron reduciendo conforme se aumentaba el % de nanosílice.

VI. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la adición de nanosílice al concreto aumenta sus propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión, que fue el foco de esta investigación. Como resultado del objetivo general podemos concluir que el diseño de mezcla óptimo para 1 m³ de concreto $f'c = 350$ kg/cm² utilizando nanosílice para mejorar la permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023, es Cemento 511 kg, agua, 195L, Nanosílice 17.884 kg, AG 935 kg y AF 739 kg, logrando un aumento en la resistencia a la compresión del 80 % a los 28 días sobre el concreto patrón. Del mismo modo, reduce la permeabilidad del concreto en razón de la reducción de su % de porosidad y % de absorción.

En la investigación se tuvo como objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350$ kg/cm². Considerando la relación $a/c=0.37$ y de acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvo que la dosificación del concreto varía en razón de la disminución del agregado fino, conforme se incrementa el % de nanosílice.

Para el objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 350$ kg/cm². Se determinó que conforme se adiciona nanosílice al concreto, este aumenta su resistencia a la compresión.

Finalmente como objetivo específico 3 se tuvo que determinar cómo influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350$ kg/cm². Del resultado de los ensayos, se concluye que la adición de nanosílice reduce la permeabilidad del concreto, lo que genera que el concreto sea más impermeable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar otros diseños de mezcla considerando porcentajes de nanosílice adicionado superiores al 2% y menores al 3%

Se recomienda analizar la permeabilidad de concreto considerando el aumento en % superior y muy cercanos al 2% para identificar la máxima reducción de la permeabilidad.

Se recomienda realizar un análisis de precios unitarios a los diseños de mezcla elaborados, para evaluar si es viable considerar mayores porcentajes de nanosílice que podrían incrementar sustancialmente el costo del concreto.

REFERENCIAS

- Abanto Castillo, Flavio. 1996.** *Tecnología del concreto*. Lima : s.n., 1996.
- Abanto, Tatiana. 2016.** *Permeabilidad de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca 2016*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú : 2016.
- Álvarez de Zayas, Carlos. 2001.** *Metodología de la investigación científica 3th ed.* Cochabamba : Kipus, 2001.
- American Concrete Institute. 2002.** *Practica estandar para seleccionar el proporcionamiento del concreto de peso normal, Pesado y Masivo. ACI 211.1-91 (Reaprov. 2002)*. 2002.
- Andina. 2020.** *Agencia peruana de noticias Andina. Concluyen construcción del edificio de vivienda más alto de Lima*. 2020.
- Ashwini, R. M., y otros. 2023.** *Compressive and Flexural Strength of Concrete with Different Nanomaterials: A Critical Review*. Nepal : Hindawi, 2023. pág. 15. 1004597.
- ASTM c39/c39m-14. 2014.** *Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International. United states : s.n., 2014.
- Barrionuevo Castañeda, Alexis. 2021.** *Estudio de un hormigón Eco amigable de alto desempeño HPC fabricado con la incorporación de una mezcla entre micronanosilice*. Universidad central del Ecuador, Quito, Ecuador : 2021.
- Borja, Manuel. 2016.** *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo : s.n., 2016.
- Bustamante Romero, Iskra Guisele. 2017.** *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú*. Lima : Pontificia Universidad catolica del Perú., 2017.
- Caballero Arredondo, P.W., Damiani Lazo, C. A. y Ruiz Pico, Á.A. 2021.** *Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. Arequipa : s.n., 2021.
- Caiza Yungán, Jefferson. 2020.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un hormigón hidráulico de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes dosificaciones de silicato*

de sodio y nanosilice utilizando agregados de la mina Santa Isabel ubicado en la Via Shell - Madre Tierra, Puyo. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2020.

Carrasco Vasques, Diego Juan y Fernandez Herrera, Luis Humberto. 2019. *Influencia del nanosilice en las propiedades de un concreto $f'c=350$ kg/cm² para obtener un concreto de alta resistencia, Lima 2019.* UCV, Lima, Perú : 2019.

Chuzón Villacorta, Jahaira Fiorella y Ramírez Guevara, Eddy Edwin. 2020. *Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando nanosilice para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2020.* Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Conceptos basicos del concreto. IMCYC. 2004. 1, CD Mexico : Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2004, Vol. 1.

Dongo Gómez, Paula Nicole y Saavedra Pérez, Orlando Javier. 2021. *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO.* Arequipa. Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2021.

E, GHAFARI, y otros. 2016. Effect of supplementary cementitious materials on autogenous shrinkage of ultra-high-performance concrete. *Construction and Building Materials.* 2016, págs. pp. 43–48.

Enciso Polo, Brandon Alexander y Huaman Torrejon, Davi Jerson. 2019. *Influencia de la adición de nanosilice sobre las propiedades en estado plástico y endurecido del concreto autocompactante 2019.* Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú : 2019.

Fidias, Arias. 2012. *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica.* Caracas : Ediciones El Pasillo 2011, 2012. 9800785299.

Gomez Bastar, Sergio. 2012. *Metodología de la investigación.* Estado de Mexico : Red tercer Milenio S.C, 2012. 9786077331490.

Gutierrez de Lopez, Libia. 2003. *El concreto y otros materiales para la construcción.* Manizales : Universidad Nacional de Colombia, 2003. 9589322824.

Hernández Sampieri, Roberto. 2018. *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa y cualitativa y mixta.* México : Mc Graw Hill- educación, 2018.

HISHAM Shah, M.H.S., LEE, C.C., ZAMZURI, M., VIJAYAN, V. 2022. Colloidal Nanosilica Effect on the Properties and Durability of Coir Reinforced Cement Brick. *Reinforced Cement Brick.* 2022.

Kosmatka, Steven, y otros. 2004. *Diseño y control de mezclas de concreto.* Illinois : Portland Cement Association, 2004. 0893122335.

Marcos Damián, Maruja. 2021. *Influencia de la adición 0.9%, 1.0% y 1.1% de Nanosílice sobre la resistencia a la compresión de un concreto $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$* 2021. Huaraz : s.n., 2021.

Mattio, María. 2014. *La permeabilidad al agua como parámetro para evaluar la durabilidad del hormigón.* Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Colombia : 2014.

Neville, Adam. 2013. *Propiedades del concreto.* Mexico : Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2013. 9684640927.

Niño Hernández, Jairo René. 2010. *Tecnología del concreto: materiales, propiedades y diseño de mezclas.* Colombia : Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010. 9588564034/9789588564036.

Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. 2018. *Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.* Santiago : Revista ingeniería de construcción, 2018. 07185073.

Pinto, Carrasco y Caballero. 2018. *Estudio experimental del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías.* Universidad Tecnológica de Panamá, s.l., Panamá : 2018.

Reporte ASEI 2023. **Asociación de Empresas Inmobiliarias del Perú. 2023.** Lima : s.n., 2023.

Rivva Lopez, Enrique. 2014. *SUPERVISIÓN del concreto en Obra.* Lima : Instituto de la construcción y gerencia, 2014. PT-27.

Salamanca Correa, Rodrigo. 2001. *Aplicaciones del cemento portland y los cementos adicionados.* Bogota : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2001. 01248170.

Sanchez, E., y otros. 2016. *Propiedades reológicas y mecánicas de un hormigón autocompactante con adición de nano-sílice y micro-sílice.* Merida : ALCONPAT vol.6 no.1, 2016. 2007-6835.

SCHIAVON, J.Z., BORGES, P.M., DA SILVA, S.R., ANDRADE, J.J.O. 2021. *Analysis of mechanical and microstructural properties of high-performance concretes containing nanosilica and silica fume.* 2021.

Silva Junior, Paulo Francinete. 2017. *Estudo da estabilidade dimensional de*

concretos de alta resistência com adição de polímero superabsorvente e nanopartículas de sílica. Universidad de Brasilia, Brasilia : 2017.

Sobolev K., Flores I., Torres-Martinez L. M., Valdez P. L., Zarazua E., Cuellar E. L. 2009. *Engineering of SiO₂ Nanoparticles for Optimal Performance in Nano Cement-Based Materials.* Berlin : Proceedings of the Nanotechnology in Construction 3, 2009. 9783642009808.

Solis Carcaño, Romel Gilberto y Alcocer Fraga, Miguel Angel. 2019. *Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción.* Ciudad de Mexico : Ingeniería, investigación y tecnología, 2019. 25940732.

Tambara Júnior, Luis, y otros. 2022. *Effect of the nanosilica source on the rheology and early-age hydration of calcium sulfoaluminate cement pastes.* Brazil : Construction and Building Materials, 2022. 09500618.

Téllez Girón, E., y otros. 2012. *Reología, comportamiento físico-mecánicos y de durabilidad de hormigones con nanosílice.* Mérida : Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 2012. 20076835.

Torre C., Ana. 2004. *Curso basico de tecnologia del concreto para ingenieros civiles.* Universidad Nacional de Ingenieria, Lima : 2004.

Vélez M., Ligia. 2010. *Permeabilidad y Porosidad en Concreto.* Medellín : Tecno Lógicas, 2010. 01237799.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización de la variable Independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Nanosílice	Es un material mineral, formado por partículas muy pequeñas de tamaño manométrico compuesto por óxido de sílice (Carrasco & Fernández, 2019)	La adición de nanosílice está cuantificada como la cantidad o porcentaje respecto al 100% del peso del cemento	Dosificación	1.2 %	Razón
				1.6 %	Razón
				2 %	Razón

ANEXO 02: Matriz de operacionalización de la variable Dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Permeabilidad y Resistencia a la compresión	La permeabilidad mide la tasa de infiltración de un concreto (Pinto, 2018)	Respecto a la permeabilidad, se cuantifica el porcentaje de porosidad y absorción para los testigos curados a los 28 días	Porosidad y absorción	% de porosidad y % de absorción a los 28 días	Razón
	La resistencia es la propiedad primordial del concreto, para garantizar un buen comportamiento estructural (Niño Fernández, 2019)	Se cuantifica la resistencia midiendo la carga en kg/cm ² , que resisten los testigos a los 7 y 28 días de curado	Resistencia a Compresión	f'c a 7 días (Kg/cm ²) f'c a 28 días (Kg/cm ²)	Razón

ANEXO 03: Matriz de Consistencia

Título: Diseño de mezcla para concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023

Problema	Objetivos	Resultados	Metodología
P.G: ¿Cuál es el diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c=350\text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023?	O.G: Determinar un diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice para mejorar su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023	H.G: El diseño óptimo de mezcla para concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$ usando nanosílice mejorará su permeabilidad y resistencia a la compresión, Lima 2023	Tipo de Investigación: Aplicada Enfoque: Cuantitativo Diseño: Cuasi Experimental Alcance: Explicativo
P.E1: ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$?	O.E1: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la dosificación del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	H.E1: La adición de nanosílice si influye en la dosificación del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	Población: Todos los especímenes Muestra: 68 testigos Muestreo: Por conveniencia
P.E2: ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$?	O.E2: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	H.E2: La adición de nanosílice si influye en la permeabilidad del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	Técnica: Observación Instrumento: Fichas técnica
P.E3: ¿En qué medida influye la adición de nanosílice en la resistencia del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$?	O.E3: Determinar cómo influye la adición de nanosílice en la resistencia del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	H.E3: La adición de nanosílice si influye en la resistencia del concreto $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	Variable Independiente: X: Nanosílice Variable Dependiente: Y(X): Permeabilidad, resistencia a compresión



GAIA Nanosílice

Adicionante de cemento para concretos
De altas prestaciones

Fecha de Emisión: Mar 10, 05
Revisión: 14
Fecha de Revisión: Oct 7, 19
Página: 1 de 1

Industrias Ulmen S.A. Aditivos para concreto

Descripción

GAIA Nanosílice es un primer Adicionante base nanosílice generado durante 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible/Ulmen

Pertenece a la línea GAIA NANOSÍLICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nanopartículas de sílice en nanopartículas de cemento

Aspectos Técnicos

GAIA Nanosílice elimina el total de la sílice en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes.

Con **GAIA Nanosílice** se obtiene concretos de alto rendimiento: 70 MPa a R28

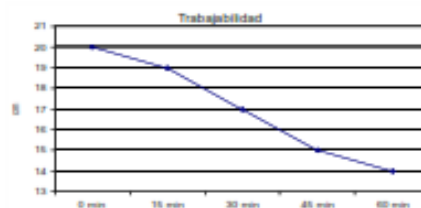
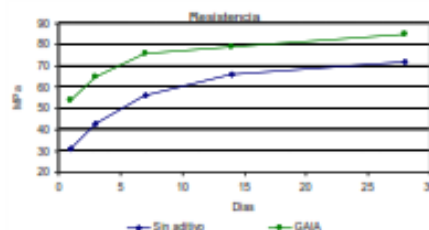
Ideal para concretos tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores al vaciado, con adecuadas dosificaciones, que permiten obtener hormigones impermeables según norma DIN 1048 o Nch 2262

Propiedades

Consecuencia de la menor actividad operacional, menor flujo de material con la consiguiente reducción de inventario, y ----- es líquido, amigable con el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001



Dosis

Recomendamos dosis de acuerdo a los concretos a elaborar. Lo ideal es contactar el servicio técnico ULMEN para optimizar su uso.

Presentación

En cilindro plástico de 220 kg
En dispenser retornable de 1100 kg

Propiedades físicas

Apariencia : Líquido
Color : Café Claro
Densidad : 1,03 ± 0,02 g/mL

Clasificación

GAIA Nanosílice se clasifica como aditivo tipo F según ASTM C494

ANEXO 05: CERTIFICADO DE CALIDAD DE GAIA NANOSÍLICE



Fabricación y Comercialización de Aditivos para Concretos y Morteros

CERTIFICADO DE CALIDAD

El departamento técnico de Industrias Ulmen S.A. Certifica que el producto que se indica cumple los requisitos de uniformidad indicados en la norma NTP 334.088, y con nuestros estándares de calidad.

Producto : GAIA
Lote : 1550523
Fabricado : 08/05/2023
Vence : 08/11/2023

Los parámetros controlados se muestran a continuación

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
Sólidos	5 ± 2	3,8
Densidad	$1,03 \pm 0,02$ (g/ml)	1,03
Sólidos	$15 \pm 1,8$ (%)	14,9
Color	Café claro	Cumple

El presente aditivo tiene una vida útil de 6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2015

Alfredo Marín Tovar
Encargado de Control de Calidad
Industrias Ulmen S.A.

ANEXO 06: CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG01
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1
Proyecto	"Diseño de mezcla para concreto f'c=350 Kg/cm ² usando nanosilice para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022"	Registro N°:	L23-053-01
Cliente	Edder Añño Neyra Cruz.	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	Edder Añño Neyra Cruz.	Ensayado por :	P. Leyva
Utilización del Proyecto	Lima 2022.	Fecha de Ensayo:	31/05/2023
Materia	Agregados	Turno :	Díaño
Código de Muestra	---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	---	Norte:	---
N° de Muestra	---	Este:	---
Progresiva	---	Oeste:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	673.9	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	4352.3	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	4336.7	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.43	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	251.7	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	1236.3	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	1220.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.88	

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma: Lilia Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma: Arnaldo Pérez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico

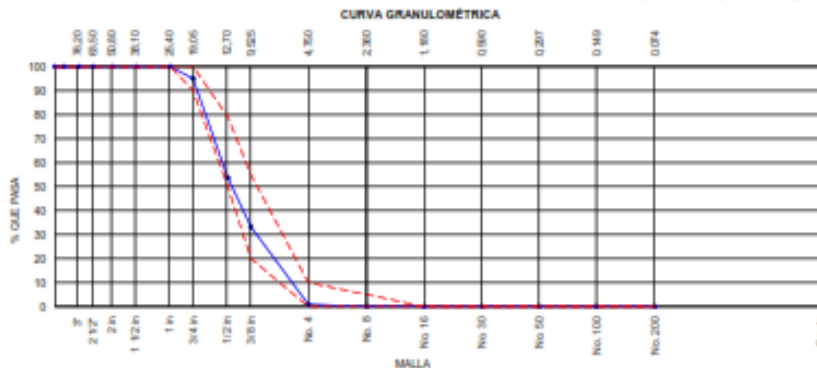
ANEXO 07: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG07
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C 136-19	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	: "Diseño de mezcla para concreto f _c =350 Kg/cm ² usando nanosilica para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022"	Registro N°:	L23-053-03
Solicitante	: Edder Albo Neyra Cruz.	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Edder Albo Neyra Cruz.	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: -----	Fecha de Ensayo :	31/05/2023
Material	: Agregado Grueso	Turno :	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67

ABERTURA DE TÁMICOS Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm	183.8	5.01	5.01	94.99	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	1512.1	41.26	46.30	53.70	50.00	75.00
3/8 in	9.50 mm	749.0	20.45	66.74	33.26	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	1154.9	32.35	99.09	0.91	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm	30.1	0.82	99.92	0.08	0.00	5.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
≠ No. 200	≠ No. 200	3.1	0.08	100.00	0.00	-	-
						MP	6.70
						TMR	34"



El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-03, ver. 1 del 7/05/2018.

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luján Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

ANEXO 08: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

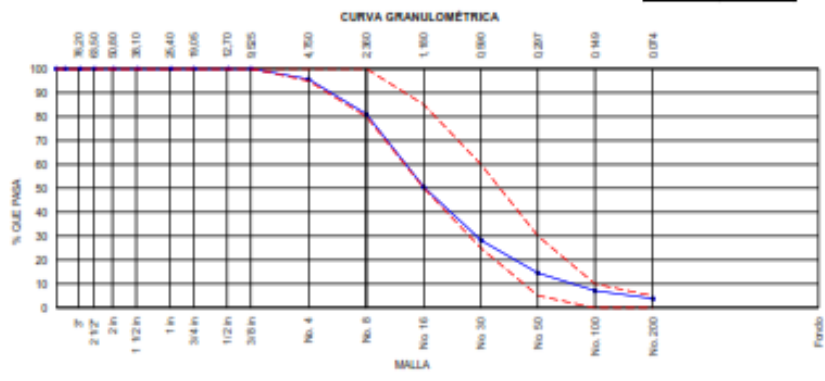
	REPORT DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG06
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1

Proyecto : "Diseño de mezcla para concreto f_c=300 Kg/cm² usando nanosilice para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresion, Lima 2022"
Solicitante : Edder Atilio Neyra Cruz. **Registro N°:** L23-053-02
Cliente : Edder Atilio Neyra Cruz. **Muestreado por :** Solicitante
Ubicación de Proyecto : --- **Ensayado por :** R. Layva
Material : Agregado Fino **Fecha de Ensayo :** 31/05/2023
Turno : Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 15 - HUSO # ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Masa Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	42.0	4.34	4.34	95.66	95.00	100.00
No. 5	2.36 mm	141.9	14.05	18.99	81.01	90.00	100.00
No. 16	1.18 mm	295.7	30.54	49.53	50.47	50.00	85.00
No. 30	600 µm	215.2	22.22	71.76	28.24	25.00	60.00
No. 50	300 µm	132.7	13.70	85.46	14.54	5.00	30.00
No. 100	150 µm	72.0	7.44	92.90	7.10	0.00	10.00
No. 200	75 µm	31.7	3.27	96.17	3.83	0.00	5.00
= No. 200	= No. 200	37.1	3.83	100.00	0.00	-	-
						MP	3.23
						TMN	---



El presente documento reemplaza al doc. AB-FO-03, ver. 1 del 7/05/2016.

INGEOCONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  Luján Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 09: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a		Versión	02
			Fecha	20/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: "Diseño de mezcla para concreto $f_c=350$ Kg/cm ² usando nanosilica para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022"		Registro N°:	L23-053-04
Solicitante	: Edder Alilo Neyra Cruz.		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Edder Alilo Neyra Cruz.		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: ---		Fecha de Ensayo:	31/05/2023
Material	: Agregado Grueso		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---			
Procedencia	: Cantera Trapiche			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.372	6.372	
Volumen de molde (m ³)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	20.658	20.674	
Masa de muestra suelta (kg)	14.286	14.302	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1541	1542	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	6.372	6.372	
Volumen de molde (m ³)	0.009273	0.009273	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	21.335	21.321	
Masa de muestra suelta (kg)	14.983	14.949	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1614	1612	

(*) El presente documento reemplaza al doc. AN-PO-101, ver. 1 del 30/04/2015.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma: Lidia Margar Angéles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma: Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 10: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG10
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a		Versión	02
			Fecha	26/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: "Diseño de mezcla para concreto f'c=350 Kg/cm ² usando nanosílice para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022"	Registro N°:	L22-053-05	
Solicitante	: Edder Alilo Neyra Cruz	Muestreado por :	Solicitante	
Atención	: Edder Alilo Neyra Cruz	Ensayado por :	R. Irya	
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo:	31/05/2023	
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno	
Código de Muestra	: ---			
Procedencia	: Cantera Trapiche			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	7.391	7.391	
Volumen de molde (m ³)	0.002638	0.002638	
Masa de molde + muestra suelta (kg)	11.829	11.856	
Masa de muestra suelta (kg)	4.438	4.465	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1564	1573	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Masa de molde (kg)	7.391	7.391	
Volumen de molde (m ³)	0.002638	0.002638	
Masa de molde + muestra compactado (kg)	12.346	12.372	
Masa de muestra suelta (kg)	4.955	4.951	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1746	1755	

(*) El presente documento reemplaza al doc. AN-PO-101, ver. 1 del 2004/02/05.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma: Luis Melger Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma: Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 11: DENSIDAD RELATIVA Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-AG89
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15		Versión	03
			Fecha	21/01/2023
			Página	1 de 1
Proyecto	: "Diseño de mezcla para concreto $f_c=350$ Kg/cm ² usando nanosilica para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022"		Registro N°:	L23-053-06
Solicitante	: Edder Atillo Neyra Cruz.		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Edder Atillo Neyra Cruz.		Ensayado por :	R. Iryva
Ubicación de Proyecto	: ---		Fecha de Ensayo:	1/05/2023
Material	: Agregado Grueso		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---			
Procedencia	: Cariera Trapiche			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra seca	2189.3	2207.0
2	Masa de la muestra seca sumergida	1404.3	1415.0
3	Masa de la muestra secada al horno	2189.6	2189.5

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad Específica de Masa	2.763	2.765	2.764
Gravedad Específica de Masa S.S.S	2.789	2.787	2.788
Gravedad Específica de Aparente	2.837	2.827	2.832
Porcentaje de Absorción (%)	1.0	0.8	0.877

El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-78, ver. 1 del 30/04/2015.

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luz Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 12: DENSIDAD RELATIVA Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO


	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-AG26
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C-128-15	Versión	02
		Fecha	23/09/2022
		Página	1 de 1
Proyecto : "Diseño de mezcla para concreto fc=350 Kg/cm ² usando nanosilica para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresión, Lima 2022" Solicitante : Edder Atillo Neyra Cruz. Atención : Edder Atillo Neyra Cruz. Ubicación de Proyecto : --- Material : Agregado Fino	Registro N°: L23-053-07 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : R. Layna Fecha de Ensayo: 2/05/2023 Turno: Diurno		
Código de Muestra : --- Procedencia : Cantera Trapiche N° de Muestra : --- Progresiva : ---			

IDENTIFICACIÓN		1	2	PROMEDIO
A	Masa Mat. Sol. Sep. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Masa Frasco + agua	645.4	645.4	
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	961.6	961.6	
D	Masa del Mat. Seco	495.0	495.5	
P _s Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.70	2.70	2.696
P _s Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.72	2.72	2.722
P _a aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.77	2.76	2.768
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.0	0.9	1.0

(*) El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-67, ver. 1 del 30/04/2018

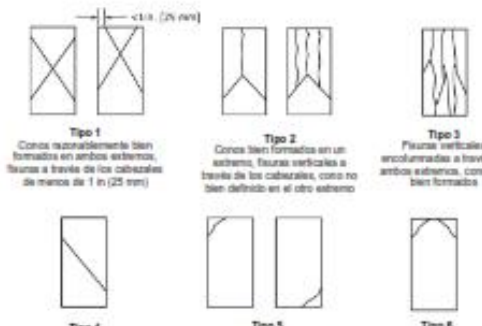
INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 13: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON A 7 DÍAS

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-008
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Vuelto	02
		Fecha	10/10/2022
		Página	1 de 1
Proyecto : "Diseño de mezcla para concreto F' = 350kg/cm ² usando nanocelulosas para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, Ima 2022" Solicitante : Edder Alfo Neyra Cruz. Cliente : Edder Alfo Neyra Cruz. Ubicación de Proyecto : --- Fecha de emisión : 14/05/2023 Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8" F'c de diseño : 350 kg/cm ²	Registro N° : L23-053-18 Muestrado por : Solicitante Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 13/05/2023 Turno : Diurno		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
Patrón - 1	8/06/2023	13/05/2023	7	10.01	20.03	5	2.00	20581.0	201 kg/cm ²	350 kg/cm ²	74.6%
Patrón - 2	8/06/2023	13/05/2023	7	10.00	20	5	2.00	20882.0	205 kg/cm ²	350 kg/cm ²	76.0%
Patrón - 3	8/06/2023	13/05/2023	7	10.00	19.97	5	2.00	20844.0	205 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.8%
Patrón - 4	8/06/2023	13/05/2023	7	9.85	19.95	5	2.02	20285.0	205 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.6%
Patrón - 5	8/06/2023	13/05/2023	7	9.95	20.00	5	2.01	20620.0	205 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.8%
Patrón - 6	8/06/2023	13/05/2023	7	10.00	19.86	2	1.99	20742.0	204 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.5%
Patrón - 7	8/06/2023	13/05/2023	7	10.01	19.95	5	2.00	20985.0	205 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.8%
Patrón - 8	8/06/2023	13/05/2023	7	9.82	20.02	5	2.02	20375.0	204 kg/cm ²	350 kg/cm ²	75.3%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)

Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo

Tipo 3
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpes sucesivos con un martillo para distinguir del Tipo 1

Tipo 5
Fracturas en los lados en las juntas superior e inferior (sucede comúnmente con cabezales no adheridos)

Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es paralelo

5.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 5.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table (Note 1):

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
F _{adj} :	0.98	0.96	0.90	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Source: ASTM C39

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]				
Laboratory conditions	2.4%	6.6%	7.6%	
Field conditions	2.9%	6.6%	9.5%	
160 by 330 mm [6 1/4 by 9 in.]				
Laboratory conditions	3.2%	6.6%	10.6%	

Source: ASTM C39


Source: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- ^a Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGECONTROL.
 - ^b En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizará el factor de corrección de esfuerzo.
- El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-101, ver. 1, del 19/04/2020

INGECONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento es base confidencial y debe ser usado solo por el personal de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Departamento de Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La integridad y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luján Margarit Angéles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 14: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 1.2% NS A 7 DÍAS

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO LAB # 0017
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	03
		Fecha	27.05.2022
		Página	1 de 1
Proyecto	: Diseño de mezcla para concreto f'c=350 Kg/cm ² usando nanosilice para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresion, Lima 2022	Registro N°:	L23-853-18
Solicitante	: Edder Alfo Neyra Cruz	Realizado por :	R. Leyva
Atención	: Edder Alfo Neyra Cruz	Revisado por :	J. Guillén
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Elaboración :	8/05/2023
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	Fc de diseño:	350 kg/cm ²
Procedencia	: Cantera Trapiche	Achantamiento:	1" x 2"
Cemento	: Cemento Sol Tipo I	Código de mezcla:	1.2% Nanosilice

- | | |
|--|---|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA
F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento 511 kg = 12.0 Bolsas x 4.2 |
| 2. RELACION AGUA CEMENTO
R/a/c = 0.37 | 6. ADITIVO
6.13 kg |
| 3. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 190 L | 7. FIBRAS
No aplica 0.0 kg |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0% | 8. ADICIONES
No aplica |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U.S.	P.U.C.	TMN
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1643 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.1900 m ³						
Gala nanosilice	1030 kg/m ³	0.0060 m ³						
Aire atrapado = 2%	---	0.0200 m ³						
Agregado Grueso	2764 kg/m ³	0.3367 m ³	0.4%	0.9%	6.70	1541	1613	3/4"
Agregado fino	2696 kg/m ³	0.2830 m ³	0.9%	1.0%	3.23	1569	1751	---
Volumen de pasta		0.3803 m ³						
Volumen de agregados		0.6197 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO																								
Agregado Grueso 54.3% = 0.3367 m ³ = 931 kg	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>511 kg</td> <td>511 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>190 L</td> <td>195 L</td> </tr> <tr> <td>Gala nanosilice</td> <td>6.132 kg</td> <td>6.132 kg</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2%</td> <td>---</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>931 kg</td> <td>935 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>763 kg</td> <td>770 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PUT</td> <td>2417 kg</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg	Agua	190 L	195 L	Gala nanosilice	6.132 kg	6.132 kg	Aire atrapado = 2%	---	0 kg	Agregado Grueso	931 kg	935 kg	Agregado fino	763 kg	770 kg	PUT		2417 kg
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO																							
Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg																							
Agua	190 L	195 L																							
Gala nanosilice	6.132 kg	6.132 kg																							
Aire atrapado = 2%	---	0 kg																							
Agregado Grueso	931 kg	935 kg																							
Agregado fino	763 kg	770 kg																							
PUT		2417 kg																							
Agregado fino 45.7% = 0.2830 m ³ = 763 kg																									
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCION POR HUMEDAD																									
Agregado Grueso 935 kg																									
Agregado fino 770 kg																									


12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.040 m³												
Agua 195 L	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>20.44 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>7.81 L</td> </tr> <tr> <td>Gala nanosilice</td> <td>245 g</td> </tr> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>37.39 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>30.79 kg</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	20.44 kg	Agua	7.81 L	Gala nanosilice	245 g	Agregado Grueso	37.39 kg	Agregado fino	30.79 kg
COMPONENTE	PESO HÚMEDO												
Cemento Sol Tipo I	20.44 kg												
Agua	7.81 L												
Gala nanosilice	245 g												
Agregado Grueso	37.39 kg												
Agregado fino	30.79 kg												
13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Slump obtenido pulg.</td> <td>3 3/4"</td> </tr> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td>26°C</td> </tr> </tbody> </table>	Slump obtenido pulg.	3 3/4"	Temperatura °C	26°C								
Slump obtenido pulg.	3 3/4"												
Temperatura °C	26°C												
CEM A.P. A.G. AGUA Gala													
1 : 1.4 : 1.8 : 16.2 L : 510 g/bolsa de cemento													

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el Solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (INGEOCONTROL) y Jefe de Análisis de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Miguel Angulo JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco C.P. 190140 Gerente Técnico

ANEXO 15: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 1.6% NS A 7 DÍAS

	REPORTE DE INFORME	Código	INGEO.LAB.F.Z007
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO	Versión	02
	REFERENCIA ACI 211.1	Fecha	27.08.2022
		Página	1 de 1
Proyecto : Diseño de mezcla para concreto f'c=350 Kg/cm ² usando nanosilica para mejorar su permeabilidad resistencia a la compresion, Lima 2022 Solicitante : Edder Alillo Neyra Cruz Atención : Edder Alillo Neyra Cruz. Ubicación de Proyecto : ---	Registro N°: L13-853-12 Realizado por : R. Leyva Revisado por : J. Gutiérrez Fecha de Elaboración : 8/08/2022		
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : Cantera Trapiche Cemento : Cemento Sol Tipo I	Fc de diseño: 350 kg/cm ² Achantamiento: 1" a 2" Código de mezcla: 1.6% Nanosilica		

- | | |
|---|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA
$f'_{cr} = 446$ | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento 511 kg = 12.8 Bolsas x m |
| 2. RELACION AGUA CEMENTO
$R_{a/c} = 0.37$ | 6. ADITIVO
8.18 kg |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 190 L | 7. FIBRAS
No aplica 0.0 kg |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0% | 8. ADICIONES
No aplica |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1643 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.1900 m ³
Gala nanosilica	1030 kg/m ³	0.0079 m ³
Aire atrapado = 2%	---	0.0200 m ³
Agregado Grueso	2764 kg/m ³	0.3367 m ³
Agregado fino	2696 kg/m ³	0.2810 m ³
Volumen de pasta		0.3822 m ³
Volumen de agregados		0.6178 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. PINEZA	P.U.S.	P.U.C.	TMN
Agregado Grueso	0.4%	0.9%	6.70	1541	1613	3/4"
Agregado fino	0.9%	1.0%	3.23	1569	1751	---

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
- | | | | |
|-----------------|-------|-------------------------|----------|
| Agregado Grueso | 54.5% | = 0.3367 m ³ | = 931 kg |
| Agregado fino | 45.5% | = 0.2810 m ³ | = 756 kg |

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HUMEDO
Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg
Agua	190 L	195 L
Gala nanosilica	8.176 kg	8.176 kg
Aire atrapado = 2%	---	0 kg
Agregado Grueso	931 kg	935 kg
Agregado fino	756 kg	764 kg
PUT		2413 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCION POR HUMEDAD
- | | |
|-----------------|--------|
| Agregado Grueso | 935 kg |
| Agregado fino | 764 kg |

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
- | | |
|------|-------|
| Agua | 195 L |
|------|-------|

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA **0.040 m³**

COMPONENTE	PESO HUMEDO
Cemento Sol Tipo I	20.44 kg
Agua	7.81 L
Gala nanosilica	327 g
Agregado Grueso	37.39 kg
Agregado fino	30.57 kg

Slump obtenido pulg.	5 1/2"
Temperatura °C	25.8°C


13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
- CEM A.F. A.G. AGUA Gala
- 1 : 1.4 : 1.8 : 16.2 L : 680 g/bolsa de cemento

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el Solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL S.A.C.		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  LUIS HENRIQUE ALVARO JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Freddy Crossco C.P.: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 16: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 2% NS A 7 DÍAS

	REPORTE DE INFORME	Código	INGECON.LAB.P.0007
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	02
		Fecha	27.09.2023
		Página	1 de 1

Proyecto : "Diseño de mezcla para concreto f' = 350 kg/cm² usando nanosilica para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, Itza 2022"
 Solicitante : Edifor Alto Neysa Cruz.
 Atención : Edifor Alto Neysa Cruz.
 Ubicación de Proyecto : ---

Registro N° : L23-053-14
 Realizado por : R. Layva
 Revisado por : L. Meigar
 Fecha de Elaboración : 8/09/2023

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : Cantera Trapiche
 Cemento : Cemento Sol Tipo I

Fc de diseño : 350 kg/cm²
 Achantamiento : f' a 2"
 Código de mezcla : 2.0% Nanosilica

- | | |
|---|---|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
f' cr = 446</p> <p>2. RELACION AGUA CEMENTO
R/a = 0.37</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 190 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.0%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento 511 kg = 12.0 Bolsas a m³</p> <p>6. ADITIVO
17.86 kg</p> <p>7. FIBRAS
No aplica 0.0 kg</p> <p>8. ADICIONES
No aplica</p> |
|---|---|

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U.S.	P.U.C.	T.M.N.
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1643 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.1900 m ³						
Gala nanosilica	1020 kg/m ³	0.0174 m ³						
Aire atrapado = 2%	---	0.0200 m ³						
Agregado Grueso	2764 kg/m ³	0.3367 m ³	0.4%	0.9%	6.70	1541	1613	3/4"
Agregado fino	2696 kg/m ³	0.2716 m ³	0.9%	1.0%	3.23	1560	1751	---
Volumen de pasta		0.3917 m ³						
Volumen de agregados		0.6083 m ³						

<p>10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <p>Agregado Grueso 55.4% = 0.3367 m³ = 931 kg</p> <p>Agregado fino 44.6% = 0.2716 m³ = 732 kg</p>	<p>14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol Tipo I</td> <td>511 kg</td> <td>511 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>190 L</td> <td>195 L</td> </tr> <tr> <td>Gala nanosilica</td> <td>17.864 kg</td> <td>17.864 kg</td> </tr> <tr> <td>Aire atrapado = 2%</td> <td>---</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado Grueso</td> <td>931 kg</td> <td>935 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>732 kg</td> <td>739 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PUT</td> <td>2397 kg</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg	Agua	190 L	195 L	Gala nanosilica	17.864 kg	17.864 kg	Aire atrapado = 2%	---	0 kg	Agregado Grueso	931 kg	935 kg	Agregado fino	732 kg	739 kg	PUT		2397 kg
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO																							
Cemento Sol Tipo I	511 kg	511 kg																							
Agua	190 L	195 L																							
Gala nanosilica	17.864 kg	17.864 kg																							
Aire atrapado = 2%	---	0 kg																							
Agregado Grueso	931 kg	935 kg																							
Agregado fino	732 kg	739 kg																							
PUT		2397 kg																							

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Grueso	935 kg
Agregado fino	739 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	195 L
------	-------

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.P.	A.G.	AGUA	Gala
1	: 1.4	: 1.5	: 19.2 L	: 1458 g/bolsa de cemento

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA **8.048 m³**

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	20.44 kg
Agua	7.80 L
Gala nanosilica	715 g
Agregado Grueso	37.39 kg
Agregado fino	29.55 kg

Slump obtenido pulg.	7 3/4"
Temperatura °C	26.7°C

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el Solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGECONTROL.
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correctores por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGECONTROL S.A.C.		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (S.M. INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPILANDO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados obtenidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  LUIS INGEGAR JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C. </div>	<p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  Arnaldo Pérez Coscco C.P. 190140 Gerente Técnico </div>

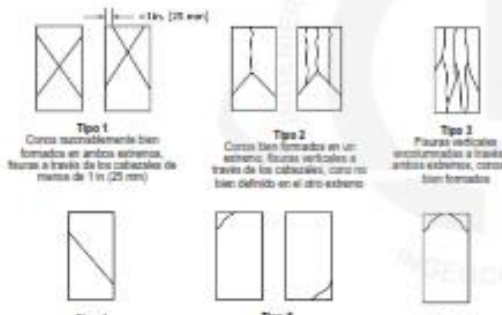
ANEXO 17: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON A 28 DÍAS

	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAB-F-C008
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Orden	02
		Fecha	10/10/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	"Diseño de mezcla para concreto $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosilica para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, línea 2022"	Registro N°	L25-853-20
Estación	Edder Albo Negro Cruz	Manejado por	Solizarte
Cliente	Edder Albo Negro Cruz	Ensayado por	R. Layza
Ubicación de Proyecto	---	Fecha de Ensayo	5/07/2023
Fecha de emisión	07/07/2023	Turno	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Capachones cilíndricos 4" x 8"		
f_c de diseño	350 kg/cm ²		

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-21**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	f_c	% f_c
PKTRON-1	6/06/2023	5/07/2023	29	9.75	20.45	2	2.09	2875.0	386 kg/cm ²	350 kg/cm ²	110.2%
PKTRON-2	6/06/2023	5/07/2023	29	9.75	20.5	2	2.10	2941.0	382 kg/cm ²	350 kg/cm ²	109.2%
PKTRON-3	6/06/2023	5/07/2023	29	9.92	20.15	5	2.03	3000.0	388 kg/cm ²	350 kg/cm ²	110.9%
PKTRON-4	6/06/2023	5/07/2023	29	10.10	20.1	5	1.99	2928.0	360 kg/cm ²	350 kg/cm ²	102.8%
PKTRON-5	6/06/2023	5/07/2023	29	10.10	20.05	2	1.99	2920.0	365 kg/cm ²	350 kg/cm ²	104.2%
PKTRON-6	6/06/2023	5/07/2023	29	9.80	20.55	2	2.10	2937.0	389 kg/cm ²	350 kg/cm ²	111.1%
PKTRON-7	6/06/2023	5/07/2023	29	10.10	20.2	3	2.00	3020.0	376 kg/cm ²	350 kg/cm ²	107.4%
PKTRON-8	6/06/2023	5/07/2023	29	10.20	20.35	3	2.00	2987.0	366 kg/cm ²	350 kg/cm ²	104.5%



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table (Note 1):

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
F _{cor} :	0.96	0.90	0.90	1.00

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	2 cylinders	3 cylinders
100 to 300 mm (4 to 12 in.)				
Laboratory conditions	2.4 %	8.8 %	7.8 %	
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %	
100 to 200 mm (4 to 8 in.)				
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.8 %	


Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGECONTROL.
 - En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizará el factor de corrección de esfuerzo.
- El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-101, ver. 1, del 10/04/2020

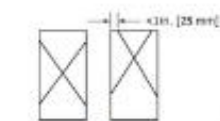
INGECONTROL SAC		
<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no debe utilizarse fuera y solo del Job de Laboratorio de Ensayos de Materiales (INGECONTROL) y Job de Asesoramiento de la Central.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La integridad y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis Melgar Anselmi JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p>

ANEXO 18: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 1.2% NS A 28 DÍAS

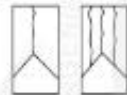
	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-006
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Revisión	02
			Fecha	10/10/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	"Diseño de mezcla para concreto $f' = 350 \text{ kg/cm}^2$ usando nanosilica para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, línea 2022"		Registro N°:	L23-053-21
Solicitante	Edder Alfo Neyra Cruz		Muestreado por:	Solcivarie
Cliente	Edder Alfo Neyra Cruz		Ensayado por:	R. Layva
Ubicación de Proyecto	—		Fecha de Ensayo:	6/07/2023
Fecha de emisión	07/07/2023		Turno:	Diatro
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	350 kg/cm ²			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
1.2% NANOSILICE - 1	6/06/2023	6/07/2023	28	9.85	20.5	2	2.08	41071.0	539 kg/cm ²	350 kg/cm ²	154.0%
1.2% NANOSILICE - 2	6/06/2023	6/07/2023	28	9.80	20.8	3	2.10	42196.0	559 kg/cm ²	350 kg/cm ²	159.8%
1.2% NANOSILICE - 3	6/06/2023	6/07/2023	28	9.79	20.50	3	2.09	42423.0	564 kg/cm ²	350 kg/cm ²	161.0%
1.2% NANOSILICE - 4	6/06/2023	6/07/2023	28	9.81	20.48	3	2.09	42936.0	565 kg/cm ²	350 kg/cm ²	162.3%
1.2% NANOSILICE - 5	6/06/2023	6/07/2023	28	9.85	20.55	3	2.09	42369.0	556 kg/cm ²	350 kg/cm ²	158.9%
1.2% NANOSILICE - 6	6/06/2023	6/07/2023	28	10.00	20.63	3	2.06	44275.0	564 kg/cm ²	350 kg/cm ²	161.1%
1.2% NANOSILICE - 7	6/06/2023	6/07/2023	28	9.87	20.42	3	2.07	41751.0	546 kg/cm ²	350 kg/cm ²	155.9%
1.2% NANOSILICE - 8	6/06/2023	6/07/2023	28	9.95	20.37	2	2.05	43693.0	564 kg/cm ²	350 kg/cm ²	161.2%



Tipo 1
Concreto macradamente bien formado en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Concreto bien formado en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales asimétricas a través de ambos extremos, concreto no bien formado

§.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in §.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.91

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

Fuente: ASTM C39



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

L/D	Coefficient of Variation*	Acceptable Range [†] of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm (6 by 12 in.) Laboratory conditions	2.4 %	6.8 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.0 %
100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.8 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:


* Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGECONCONTROL.

† En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizará el factor de corrección de esfuerzo

El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-101, ver. 1, del 19/04/2020

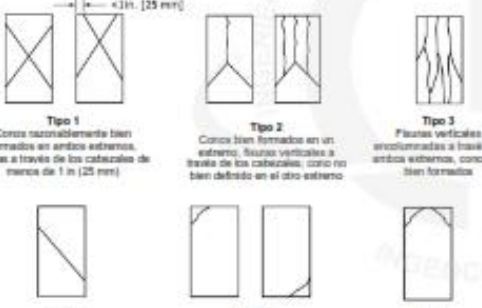
INGECONCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGECONCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La integridad y uso de los resultados escritos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Meigar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscocco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 19: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 1.6% NS A 28 DÍAS

	REPORTE DE ENSAYO		Código:	INGED-LAB-F-C068
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Revisión:	02
			Fecha:	10/10/2022
			Página:	1 de 1
Problema:	"Diseño de mezcla para concreto f' = 350kg/cm ² usando nanoslice para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, línea 2022"		Registro N°:	L23-053-22
Solicitante:	Edder Alfo Neyra Cruz.		Muestreado por:	Solicitante
Cliente:	Edder Alfo Neyra Cruz.		Ensayado por:	R. Leyva
Origen de Proyecto:	---		Fecha de Ensayo:	6/07/2023
Fecha de emisión:	07/07/2023		Turno:	Diurno
Tipo de muestra:	Concreto endurecido			
Presentación:	Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño:	350 kg/cm ²			

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
1.6% NANOSLICE - 1	6/06/2023	6/07/2023	28	9.92	20.57	5	2.07	45325.0	586 kg/cm ²	350 kg/cm ²	167.6%
1.6% NANOSLICE - 2	6/06/2023	6/07/2023	28	9.90	20.3	2	2.04	45442.0	590 kg/cm ²	350 kg/cm ²	168.7%
1.6% NANOSLICE - 3	6/06/2023	6/07/2023	28	9.80	20.80	2	2.10	45370.0	601 kg/cm ²	350 kg/cm ²	171.9%
1.6% NANOSLICE - 4	6/06/2023	6/07/2023	28	9.90	20.55	3	2.08	45806.0	595 kg/cm ²	350 kg/cm ²	170.0%
1.6% NANOSLICE - 5	6/06/2023	6/07/2023	28	9.84	20.5	3	2.08	45823.0	603 kg/cm ²	350 kg/cm ²	172.2%
1.6% NANOSLICE - 6	6/06/2023	6/07/2023	28	9.95	20.62	3	2.07	45879.0	590 kg/cm ²	350 kg/cm ²	168.6%
1.6% NANOSLICE - 7	6/06/2023	6/07/2023	28	9.82	20.45	3	2.08	45761.0	604 kg/cm ²	350 kg/cm ²	172.7%
1.6% NANOSLICE - 8	6/06/2023	6/07/2023	28	9.95	20.48	3	2.06	45294.0	583 kg/cm ²	350 kg/cm ²	166.4%



Tipo 1
Corros razonablemente bien formados en ambos extremos, fissuras a través de los cabezales de manera de 1 in (25 mm)

Tipo 2
Corros bien formados en un extremo, fissuras verticales a través de los cabezales, corros no bien definidos en el otro extremo

Tipo 3
Fissuras verticales enclavadas a través de ambos extremos, corros no bien formados

Tipo 4
Fractura diagonal sin fissuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguir del Tipo 1

Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre consistentemente con cabezales no adheridos)

Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11.

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.81

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	2 cylinders	3 cylinders
100 to 300 mm (4 to 12 in.) Laboratory conditions	2.4 %	8.6 %	7.8 %	
Field conditions	2.9 %	10.0 %	9.0 %	
100 to 300 mm (4 to 12 in.) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.5 %	


Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL.
 - * En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizara el factor de corrección de esfuerzos.
- El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-101, ver. 1, del 19/04/2020

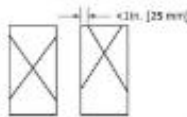
INGEOCONTROL S.A.C.		
AUTO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luján Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Ccoscco CP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 20: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON + 2% NS A 28 DÍAS

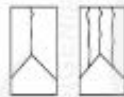
	REPORTE DE ENSAYO	Código	INGEO-LAS-F-008
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Revisión	02
		Fecha	10/10/2022
		Página	1 de 1
Proyecto: "Diseño de mezcla para concreto f' = 350kg/cm2 usando nanoslice para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, lima 2022" Subproyecto: Edder Alfo Neyra Cruz. Cliente: Edder Alfo Neyra Cruz. Ubicación de Proyecto: --- Fecha de emisión: 07/07/2023 Tipo de muestra: Concreto endurecido Presentación: Especímenes cilíndricos 4" x 8" F'c de diseño: 350 kg/cm2	Registro N°: L23-053-23 Muestreado por: Solicitante Ensayado por: R. Layva Fecha de Ensayo: 07/07/2023 Turno: Diurno		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-21

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	F'c	% F'c
2.0 % NANOSLICE - 1	0/06/2023	0/07/2023	28	9.80	20.27	2	2.07	50629.0	674 kg/cm ²	350 kg/cm ²	102.5%
2.0 % NANOSLICE - 2	0/06/2023	0/07/2023	28	9.75	20.45	3	2.10	51212.0	696 kg/cm ²	350 kg/cm ²	106.0%
2.0 % NANOSLICE - 3	0/06/2023	0/07/2023	28	9.95	20.62	3	2.07	51143.0	696 kg/cm ²	350 kg/cm ²	107.9%
2.0 % NANOSLICE - 4	0/06/2023	0/07/2023	28	9.75	20.45	3	2.10	52613.0	707 kg/cm ²	350 kg/cm ²	202.1%
2.0 % NANOSLICE - 5	0/06/2023	0/07/2023	28	10.03	20.5	3	2.04	53195.0	673 kg/cm ²	350 kg/cm ²	102.4%
2.0 % NANOSLICE - 6	0/06/2023	0/07/2023	28	9.90	20.25	3	2.05	53428.0	694 kg/cm ²	350 kg/cm ²	106.3%
2.0 % NANOSLICE - 7	0/06/2023	0/07/2023	28	9.95	20.45	2	2.05	48676.0	639 kg/cm ²	350 kg/cm ²	182.5%
2.0 % NANOSLICE - 8	0/06/2023	0/07/2023	28	9.85	20.65	3	2.10	53214.0	696 kg/cm ²	350 kg/cm ²	100.5%



Tipo 1
Conos axialmente bien formados en ambos extremos, marcas a través de los cabezales de marca de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, flange vertical a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fracturas verticales alrededor de los cabezales, conos no bien formados

§.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in §.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.91

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fonte: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin flange a través de los extremos, golpes suavemente con un martillo para distinguirlo del Tipo 1

Fonte: ASTM C39



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre consistentemente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

Coefficients of Variation*	Acceptable Range [†] of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
180 by 300 mm (6 by 12 in.) Laboratory conditions	8.6%	7.8%
Field conditions	9.0%	8.0%
100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions	9.0%	10.0%

Fonte: ASTM C39

OBSERVACIONES:


* Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGENIOCONTROL.

† En caso que las muestras no cumplan con la relación altura / diámetro, se utilizará el factor de corrección de esfuerzos.

El presente documento reemplaza al doc. AE-PO-101, ver. 1, del 10/04/2020

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM/INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario autorizado.	REVISADO POR Nombre y firma:  Luf Meigar Angéles JEFE DE LABORATORIO INGENIOCONTROL S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coiscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 21: DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y VACIOS DEL CONCRETO ENDURECIDO A LOS 28 DÍAS

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-C013
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y VACIOS DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C642		Versión	02
			Fecha	13/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto : "Diseño de mezcla para concreto $f' = 350 \text{ Kg/cm}^2$ usando ranosilica para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, lima 2022" Solicitante : Edder Añilo Neyra Cruz. Atención : Edder Añilo Neyra Cruz. Ubicación de Proyecto : --- Material : Concreto endurecido	Registro N°: L23-053-24		Muestreado por : Solicitante Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo: 13/07/2023 Turno: Diurno	
Código de Muestra : --- Tipo de muestra : Concreto endurecido Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8" $f'c$ de diseño : 350 Kg/cm ²				

IDENTIFICACIÓN		PATRÓN	ADICIÓN 1.2 %	ADICIÓN 1.6 %	ADICIÓN 2%
A	Masa seca al horno	1030.8	1002.8	1008.8	1073.7
B	Masa saturada superficialmente seca (S.S.S.)	1086.4	1052.5	1048.4	1114.5
C	Masa saturada superficialmente seca después de ebullición de agua	1086.3	1053.5	1048.9	1115.0
D	Masa saturada superficialmente seca sumergida	643.1	629.5	633.4	660.4

RESULTADOS		PATRÓN	ADICIÓN 1.2 %	ADICIÓN 1.6 %	ADICIÓN 2%
1	% Absorción después de la inmersión	5.6	5.0	3.9	3.8
2	% Absorción después de la inmersión y hervido	5.6	5.1	4.0	3.8
3	Densidad aparente seca, g/cm ³	2.316	2.305	2.428	2.362
4	Densidad aparente después de la inmersión	2.445	2.402	2.523	2.451
5	Densidad aparente después de la inmersión y hervido, g/cm ³	2.445	2.405	2.524	2.453
6	Densidad aparente, g/cm ³	2.659	2.696	2.697	2.598
7	Volumen de espacio poroso permeable (vacíos), %	12.9	11.9	9.6	9.1

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles JEFE DE LABORATORIO INGECONTROL S.A.C.	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico

ANEXO 22: CERTIFICADO ISO 9001 LABORATORIO INGEOCONTROL

Quality Management System



Certificate of Registration

STAREGISTER certifies that, after successful auditing,
the Management System of
**INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL
DE CALIDAD S.A.C.**
located at
Mza. a Lote. 24 Int. 1 Urbanizacion Mayorazgo Naranjal 2da Etapa
San Martin de Porres 17021 Peru

was found to comply to the requirements established in the standard:

ISO 9001:2015

"Quality Management System – Requirements"

with the Scope:
Laboratory service for testing materials for soils, concrete, pavements and
asphalt for the sectors of transport, energy, buildings, mechanical projects,
sanitation, among others.
IAF Sector Code: 34

Initial Certification	: 7 December, 2022
Expiry Date	: 7 December, 2025
1st surveillance	:
2nd surveillance	:



Certificate Manager





120 W. Madison Street,
Suite 471 - Chicago, IL 60602

www.staregister.org

Certificate Nr. 22MS071202

Issue Date:
12/07/2022

ISO 9001-7

Use of this certificate is subject to terms of certification Agreement
This certificate remains the property of STAREGISTER International Inc.

ANEXO 23: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-27211-001 R1

Page / Pág. 1 de 6

Equipo MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Instrument

Fabricante ELE INTERNACIONAL

Manufacturer

Modelo 36 - 0690/06

Model

Número de Serie 180300131 // 1939-1-10045

Serial Number

Identificación Interna LC-00135

Internal Identification

Capacidad Máxima 1200 kN

Maximum Capacity

Solicitante INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE

Customer

CALIDAD S.A.C.

Dirección MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO

Address

NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN

DE PORRES

Ciudad LIMA - PERÚ

City

Fecha de Calibración 2022 - 09 - 15

Date of calibration

Fecha de Emisión 2022 - 12 - 07

Date of issue

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

06

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda

Métrólogo Laboratorio de Metrología

Tegg. Francisco Durán Romero

Métrólogo Laboratorio de Metrología

ANEXO 24: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA

 SMC SPECIALIZED METROLOGY CENTER S.A.C.	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 035	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado				
		Registro N° LC - 035				
<h1>Certificado de Calibración</h1> <h2>LM23-C-229</h2>						
Número de OT: 151-2023						
CLIENTE						
Razón Social	:	INGEOCONTROL S.A.C				
Dirección	:	AV. NARANJAL NRO. 613 (LIMA - LIMA - LOS OLIVOS)				
FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN						
Fecha de Calibración	:	2023-03-27				
Lugar de Calibración	:	En las Instalaciones del Cliente				
Fecha de Emisión	:	2023-04-04				
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO (ELECTRÓNICA)						
Marca	:	ELETRONIC BALANCE	Identificación	:	LG-12	(**)
Modelo	:	WT150001XEJ	Procedencia	:	CHINA	
Serie	:	201224058	Ubicación	:	LABORATORIO DE SUELOS	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO						
Capacidad de Indicación	:	15000 g	Capacidad Mínima(Min)	:	5,0 g	
Resolución (d)	:	0,1 g	Número de Divisiones (n)	:	15000	
Div. de Verificación (e):	:	1,0 g	(*)	Clase de Exactitud	:	II
MÉTODO DE CALIBRACIÓN						
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.						
Sello		Metrólogo		Director Técnico		
						
Daniel Vilchez Paico		Wilfredo Reyes Yzaguirre				
El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las						

ANEXO 25: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PIE DE REY



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 08499 - 2023

PROFORMA : 19130 Fecha de emisión: 2023-04-20

SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección : Av. El Naranjal Nro. 613 Urb. Villa Del Norte Lima-Lima-Los Olivos

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY
Tipo : Digital
Marca : INSIZE
Modelo : 1112-150
N° de Serie : 2508211720
Intervalo de Indicación : 0 mm a 150 mm
División de Escala : 0,01 mm
Procedencia : No Indica
Identificación : 2023073
Fecha de Calibración : 2023 - 04 - 20

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

CONDICIONES AMBIENTALES


Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,1 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	54,3 %	55,7 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

ANEXO 27: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE POROSIDAD Y ABSORCIÓN

	REPORTE DE ENSAYO		Código	INGEO-LAB-F-C013
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO, ABSORCIÓN Y VACIOS DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C642		Versión	02
			Fecha	13/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	: "Diseño de mezcla para concreto $f' = 350 \text{ Kg/cm}^2$ usando nanosilica para mejorar permeabilidad y resistencia a la compresión, lima 2022"		Registro N°:	L23-053-24
Solicitante	: Edder Atlio Neyra Cruz.		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Edder Atlio Neyra Cruz.		Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: --		Fecha de Ensayo:	
Material	: Concreto endurecido		Turno:	
Código de Muestra	: --			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 350 Kg/cm ²			

IDENTIFICACIÓN		PATRÓN	ADICIÓN 1.2 %	ADICIÓN 1.6 %	ADICIÓN 2%
A	Masa seca al horno				
B	Masa saturada superficialmente seca (S.S.S.)				
C	Masa saturada superficialmente seca después de ebullición de agua				
D	Masa saturada superficialmente seca sumergida				

RESULTADOS		PATRÓN	ADICIÓN 1.2 %	ADICIÓN 1.6 %	ADICIÓN 2%
1	% Absorción después de la inmersión				
2	% Absorción después de la inmersión y hervido				
3	Densidad aparente seca, g/cm^3				
4	Densidad aparente después de la inmersión,				
5	Densidad aparente después de la inmersión y hervido, g/cm^3				
6	Densidad aparente, g/cm^3				
7	Volumen de espacio poroso permeable (vacíos), %				

✓ Revisado


Datos de especialista
Apellidos y Nombres: Santa Cahuana Percy

Especialidad: Ingeniería Civil
CIP 146835


PERCY V. SANTA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 146835

INGEOCONTROL SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEN-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

ANEXO 28: BOLETA DE PAGO DEL LABORATORIO INGEOCONTROL



INGEOCONTROL S.A.C.
PRINCIPAL - HURTADO DE MENDOZA N° 280 - COMAS - LIMA - LIMA
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONTROL DE CALIDAD - LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

RUC 20602979190

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

BB01-0000067


RUC/DNI: 41386983
CLIENTE: NEYRA CRUZ EDDER ATILIO
DIRECCIÓN: SIN DIRECCIÓN

FECHA EMISIÓN: 20/07/2023
FECHA VENCIMIENTO: 21/07/2023
MONEDA: SOLES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	P. UNIT.	TOTAL
SE-01	SERVICIO DE ENSAYOS EN LABORATORIO SEGUN COTIZACIÓN L303-23	1.00	UNIDADES	2199.52	2199.52
SON DOS MIL CIENTO NOVENTA Y NUEVE Y 52/100 SOLES					
					1,864.00
					335.52
					2,199.52


USUARIO: JGUTIERREZ - 20/07/2023 04:15 PM
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
CUENTAS BANCARIAS: Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06
Código de cuenta Interbancario (CCI): 011-174-000100045491-06
Cuenta de detracciones Banco de la Nación soles: 00-059-106031


Autorizado mediante resolución N° 034-005-0010431/SUNAT
Representación impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
Para consultar el comprobante visita www.keyfacil.com
Resumen 909NB5YUokn67v8KyEK7Q9Wtc=



Una vez aceptado este documento realizar el pago correspondiente y enviar copia de voucher indicando el número de proforma al correo administracion@ingeocontrol.com.pe con copia a cobranzas@ingeocontrol.com.pe
INGEOCONTROL agradece su preferencia.
www.ingeocontrol.com.pe

KeyFacil™
Comprobante emitido a través de www.keyfacil.com





Empresa certificada con ISO 9001:2015

Cotización

De:
Ingeniería Geotécnica y Control de Calidad S.A.C.
RUC: 20602979190
Av. Nazareno 613
Los Olivos - Lima
Central: 01-7483255
Laboratorio: laboratorio@ingeocontrol.com.pe
Consultoría y estudios: jgutierrez@ingeocontrol.com.pe
Venta de equipos: ventas@ingeocontrol.com.pe
Servicio técnico: sosporte@ingeocontrol.com.pe

número de Cotización	L303-23
fecha de Cotización	29 de junio de 2023
Válido hasta	28 de julio de 2023
Total	S/2,199.52

Para:
Edder Neyra Cruz

DNI: 41386983
Celular: 997123900
eneyraci@ucvvirtual.edu.pe

Sirva la presente para enviar nuestra cotización por los servicios solicitados.

Tiempo de entrega: 33 días
Forma de pago: 35% de adelanto, 35% a la mitad del servicio, 30% a la entrega de informes finales

Cantidad	Servicio	Costo	Subtotal
1	DISEÑO DE MEZCLAS - COMPROBADO con Agregados u Hormigón con o sin aditivo. (Incluye ensayos físicos: A. Granulométrico, P. Espectrico, P. Unitario, C. de Humedad). Incluye ensayos de control (slump, PUC, roturas a 7 días, curado bajo condiciones de Laboratorio no incluye Insumos.) ASTM C119	S/450.00	S/450.00
3	Elaboración de mezclas con aditivo nanosilice suspendida Ulmen dosis a diferentes porcentajes ASTM C109	S/250.00	S/750.00
64	Compresión de probetas de concreto endurecido, costo por unidad, incluye curado ASTM C39/C39M-20	S/15.00	S/960.00
4	Densidad, absorción y % de vacíos concreto endurecido (no incluye talado) ASTM C642-13	S/70.00	S/280.00

Subtotal	S/2,440.00
IGV (18%)	S/335.52
Descuento	-S/576.00
Total	S/2,199.52

Por favor, ten en cuenta: Después de aceptar la presente cotización, este documento se convertirá en un contrato legalmente vinculante.

Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06
Código de cuenta Interbancario (CCI): 011-174-000100045491-06
Cuenta de detracciones Bn: 00-059-106031

TERMINOS Y CONDICIONES

Código: INGEO-SGC-F-008, Versión 03, Fecha 14/12/2022

ANEXO 30: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto1: Aditivo Gaia Nanosilice de la empresa Ulmen



Foto2: Elaboración de probetas para el concreto patrón



Foto 3: Temperatura del concreto patrón



Foto 4: Peso unitario del concreto fresco patrón

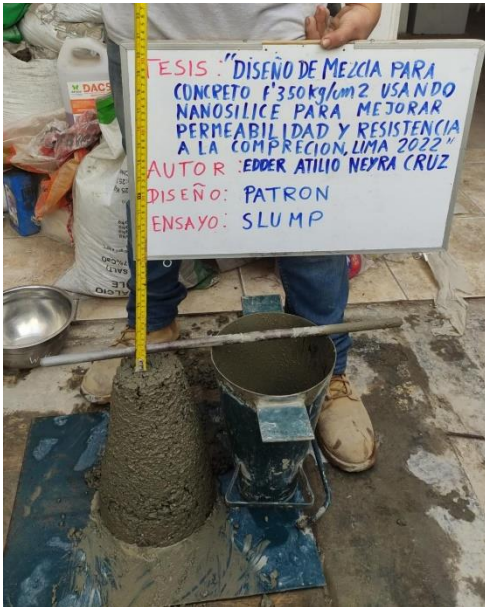


Foto 5: Slump del concreto patrón



Foto 6: Temperatura del concreto con 1.2% de nanosílice



Foto 7: Slump del concreto con 1.2% de nanosílice



Foto 8: Peso unitario del concreto fresco patrón con 1.2% de nanosílice

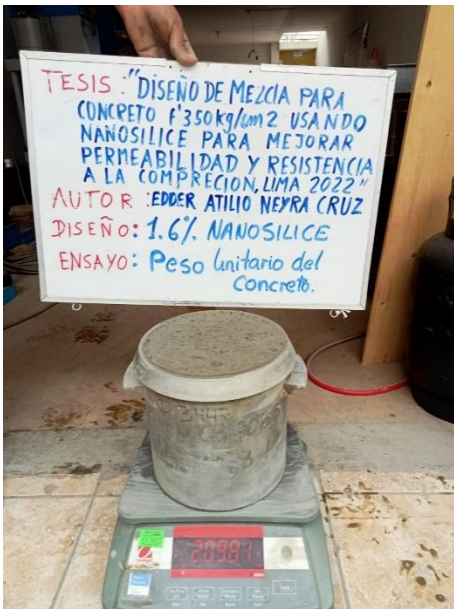


Foto 9: Peso unitario del concreto fresco patrón con 1.6% de nanosílice



Foto 10: Slump del concreto con 1.6% de nanosilíce

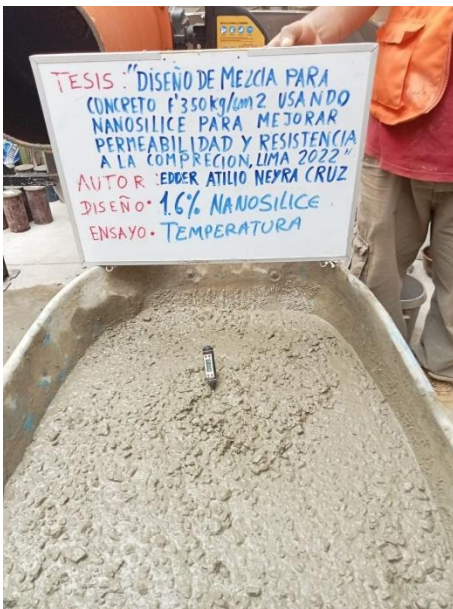


Foto 11: Temperatura del concreto con 1.6% de nanosilíce

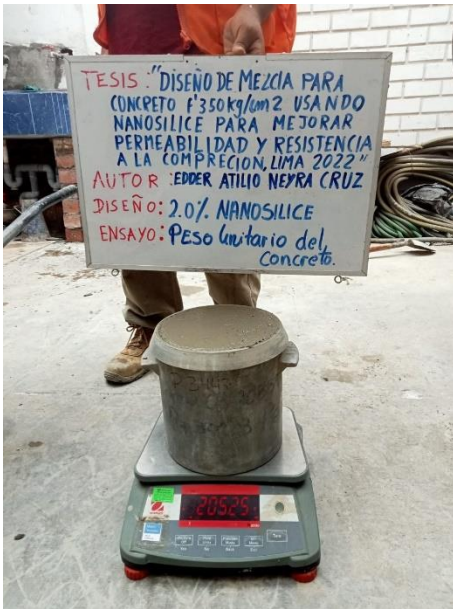


Foto 12: Peso unitario del concreto fresco patrón con 2% de nanosilíce



Foto 13: Slump del concreto con 2% de nanosilíce



Foto 14: Elaboración de probetas para el concreto patrón con 2% de nanosílice

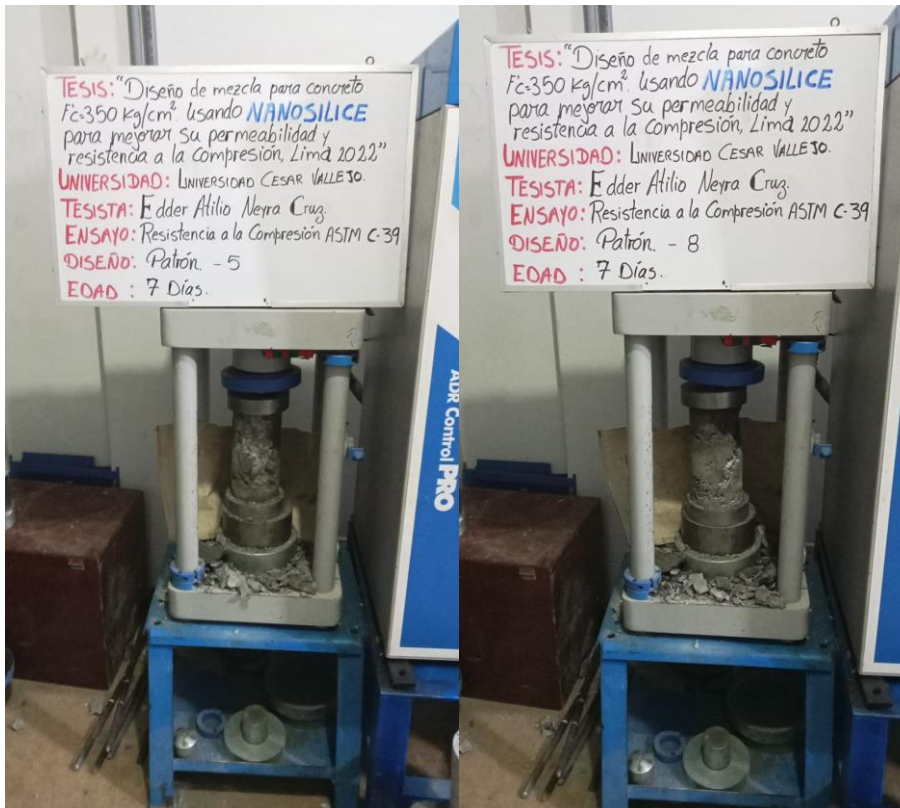


Foto 15: Resistencia a la compresión de concreto patrón a 7 días

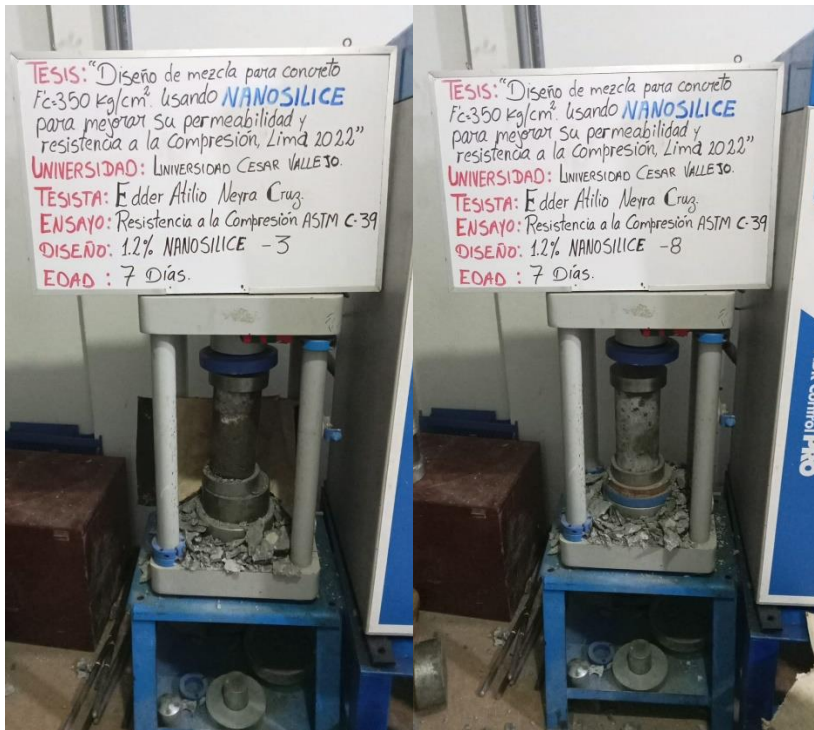


Foto 16: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 1.2% de NS a 7 días

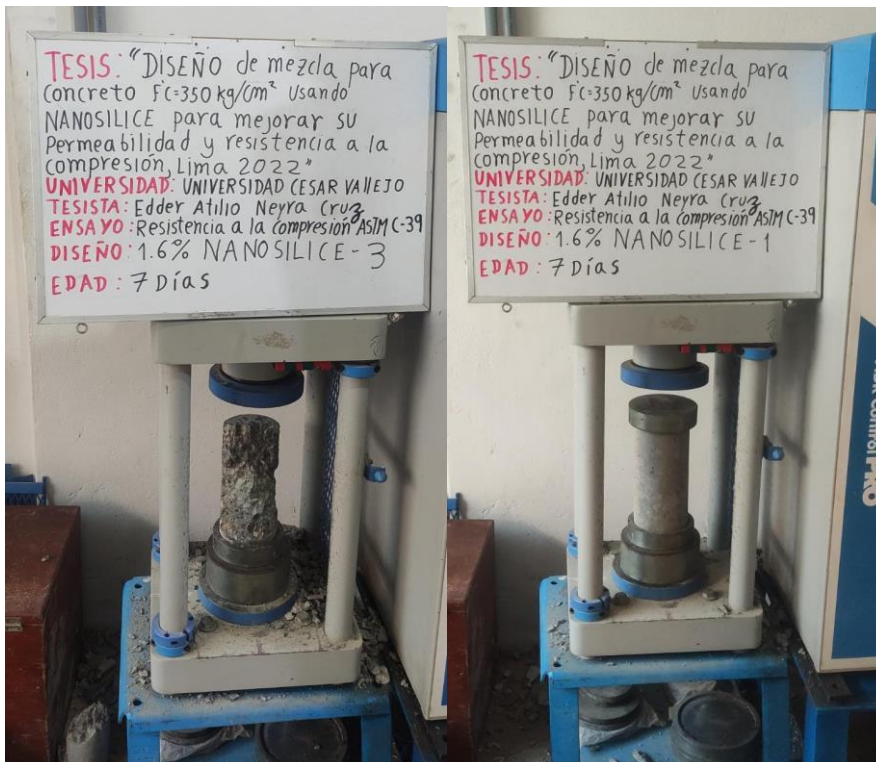


Foto 17: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 1.6% de NS a 7 días

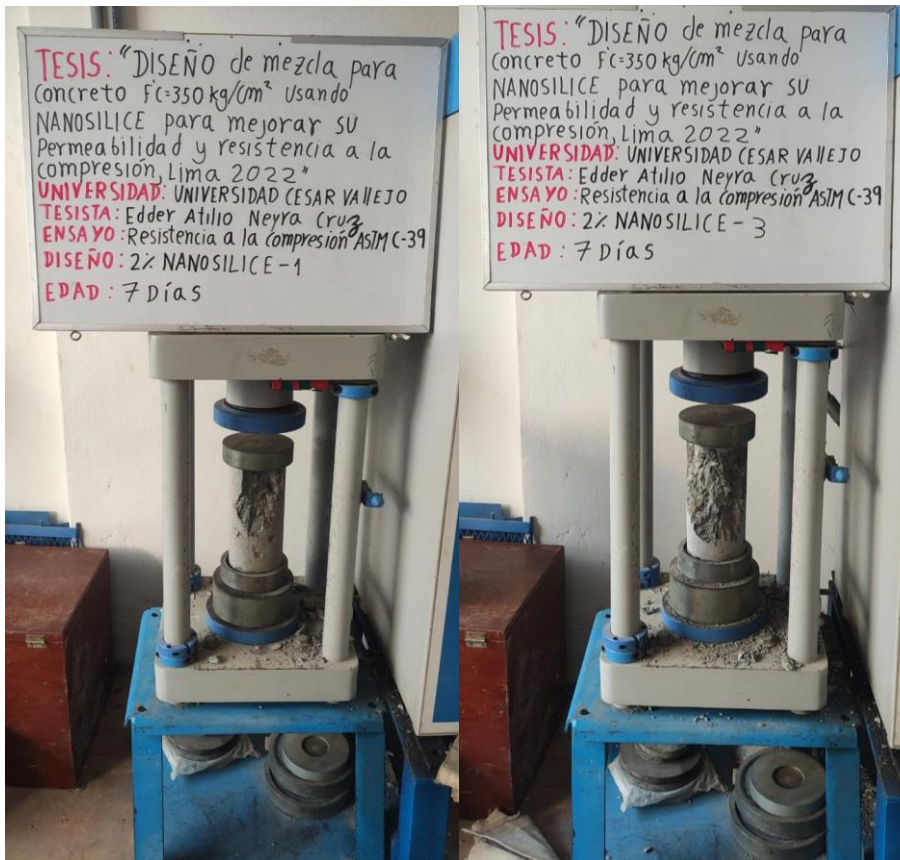


Foto 18: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 2% de NS a 7 días

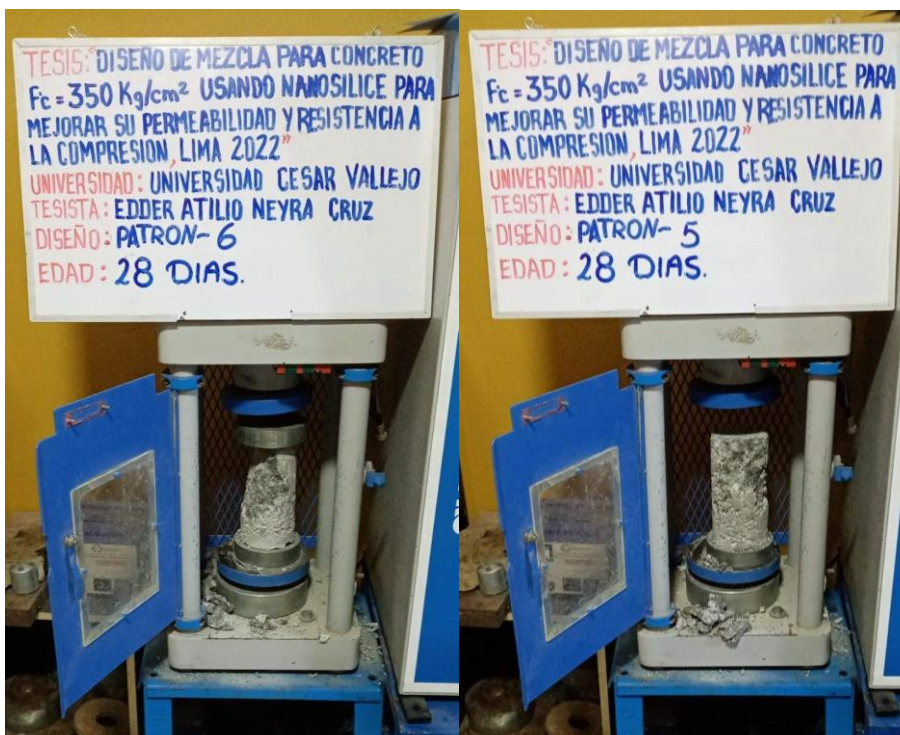


Foto 19: Resistencia a la compresión de concreto patrón a 28 días



Foto 20: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 1.2% de NS a 28 días

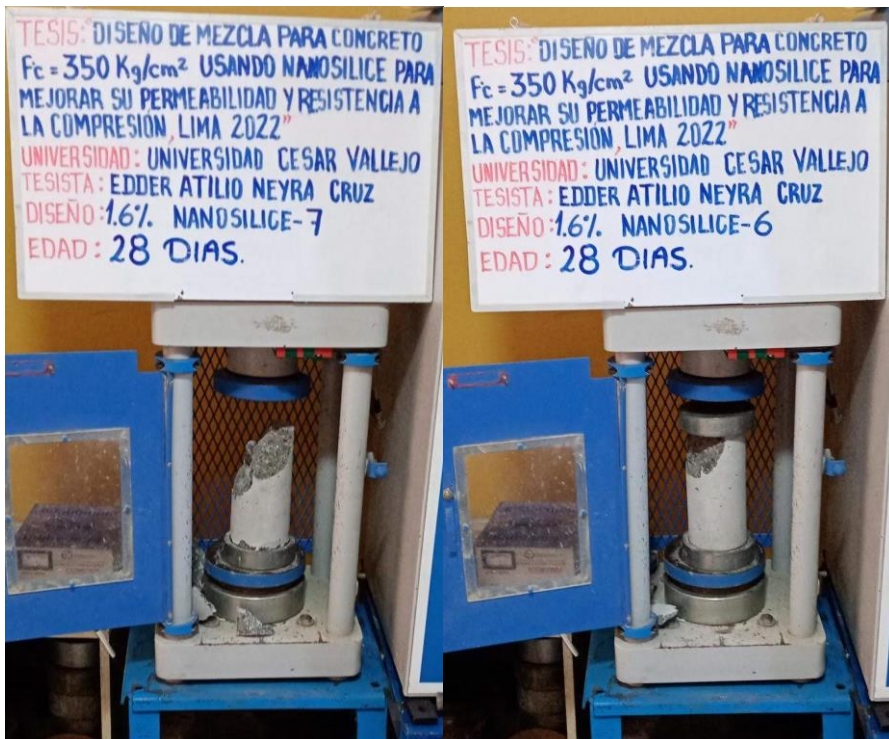


Foto 21: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 1.6% de NS a 28 días

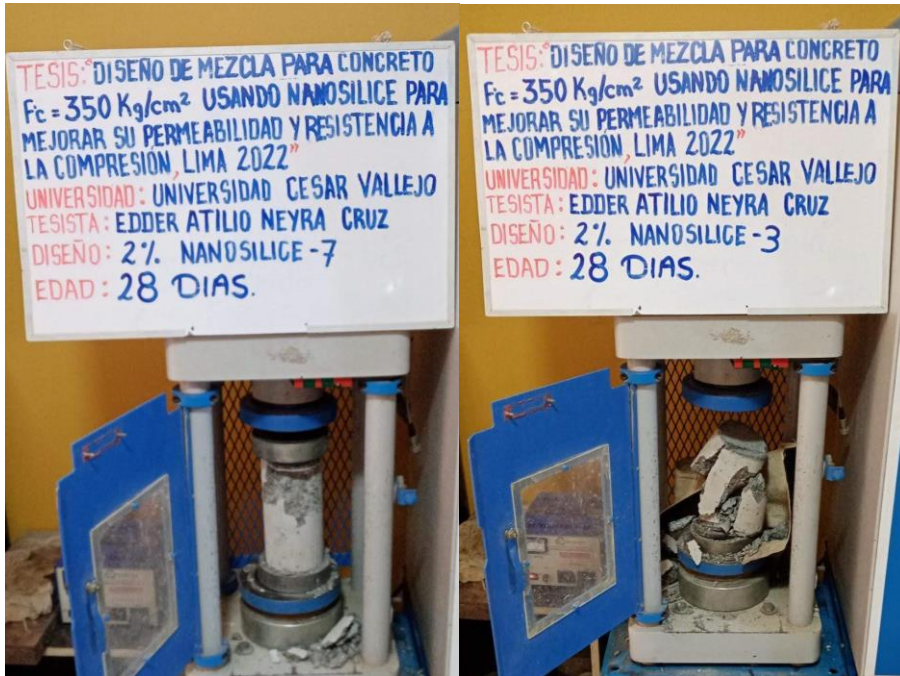


Foto22: Resistencia a la compresión de concreto patrón con 2% de NS a 28 días