



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Mantilla Rivas, Adolfo ([orcid.org/0009-0003-5791-2115](https://orcid.org/0009-0003-5791-2115))

Romero Andrada, Mayerlyn Fiorela ([orcid.org/000-0001-5797-017X](https://orcid.org/000-0001-5797-017X))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CALLAO - PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo a Dios todo poderoso y a mis padres, quienes con todo su amor me brindaron su apoyo incondicional para poder llegar a alcanzar mis metas.

*Mayerlyn Fiorela Romero Andrada*

Dedico mi trabajo al Padre Celestial, a mis padres, a mi esposa y a mi querida hija, quienes me brindaron todo el apoyo y empuje para alcanzar mis sueños profesionales.

*Adolfo Mantillas Rivas*

## **Agradecimiento**

Agradecemos a esta casa superior de estudios por albergarnos y permitir culminar con nuestros objetivos profesionales, a nuestros docentes por transmitirnos su conocimiento con paciencia y dedicación.

Al asesor Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo, por su apoyo en el desarrollo y ejecución de nuestra tesis de investigación.

Al laboratorio de mecánica de suelos y materiales, por el soporte técnico brindado en bien del desarrollo del presente trabajo.

*Mayerlyn Fiorela Romero Andrada*

*Adolfo Mantillas Rivas*



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023", cuyos autores son ROMERO ANDRADA MAYERLYN FIORELA, MANTILLA RIVAS ADOLFO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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, 10 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 10- 12-2023 08:47:24

Código documento Trilce: TRI - 0690538





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, MANTILLA RIVAS ADOLFO, ROMERO ANDRADA MAYERLYN FIORELA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de microsilice para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ROMERO ANDRADA MAYERLYN FIORELA <b>DNI:</b> 60413991 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5797-017X	Firmado electrónicamente por: MAROMEROAN el 21- 12-2023 09:18:33
MANTILLA RIVAS ADOLFO <b>DNI:</b> 31172602 <b>ORCID:</b> 0009-0003-5791-2115	Firmado electrónicamente por: ADMANTILLARI el 23- 12-2023 16:58:57

Código documento Trilce: INV - 1449771



## 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 FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO TEÓRICO.....	7
III.- METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	31
3.2. Variables y Operacionalización.....	32
3.3. Población, muestra y muestreo.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimientos:.....	37
3. 6. Método de análisis de datos:.....	38
3.7. Aspectos éticos:.....	40
IV.- RESULTADOS.....	42
V.- DISCUSIÓN.....	69
VI.- CONCLUSIONES.....	71

<b>VII.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <b>Propiedades del concreto</b> .....	26
Tabla 2. <b>Componentes del cemento</b> .....	27
Tabla 3. <b><i>Muestra para la prueba de compresión</i></b> .....	34
Tabla 4. <b>Muestra para la prueba de flexión</b> .....	34
Tabla 5. <b>Diseño de mezcla del concreto</b> . ....	42
Tabla 6. <b>Análisis del diseño de concreto de Patrón</b> . ....	43
Tabla 7. <b>Análisis del diseño de concreto de 4% de microsílíce</b> .....	43
Tabla 8. <b>Análisis del diseño de concreto de 6% de microsílíce</b> .....	44
Tabla 9. <b>Análisis del diseño de concreto de 8% de microsílíce</b> .....	45
Tabla 10. <b>Propiedades físicas del microsílíce</b> . ....	45
Tabla 11. <b>Propiedades químicas del microsílíce</b> .....	46
Tabla 12. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 7 días</b> .....	47
Tabla 13. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 14 días</b> .....	48
Tabla 14. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 28 días</b> .....	48
Tabla 15. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 7 días</b> . ....	49
Tabla 16. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 14 días</b> . ....	50
Tabla 17. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 28 días</b> . ....	50
Tabla 18. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsílíce a los 7 días</b> . ....	51
Tabla 19. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsílíce a los 14 días</b> . ....	52
Tabla 20. <b>Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsílíce a los 28 días</b> . ....	52

Tabla 21. Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 7 días.....	54
Tabla 22. Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 14 días.....	54
Tabla 23. Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 28 días.....	55
Tabla 24. Cuadro de resultados a los 7 días de curado.....	56
Tabla 25. Cuadro de resultados a los 14 días de curado.....	57
Tabla 26. Cuadro de resultados a los 28 días de curado.....	58
Tabla 27. Resumen de los registros de la rotura de los testigos a la compresión.....	58
Tabla 28. Registro de la resistencia a flexión de la muestra de patrón a los 14 días.....	60
Tabla 29. Registro de la resistencia a flexión de la muestra de patrón a los 28 días.....	60
Tabla 30. Registro de la resistencia a flexión a la muestra de 4% de microsílíce a los 14 días.....	61
Tabla 31. Registro de la resistencia a flexión a la muestra de 4% de microsílíce a los 28 días.....	62
Tabla 32. Registro de la resistencia a flexión a la muestra de 8% de microsílíce a los 14 días.....	63
Tabla 33. Registro de la resistencia a flexión a la muestra de 8% de microsílíce a los 28 días.....	64
Tabla 34. Cuadro de resultados a los 14 días de curado.....	65
Tabla 35. Curva de resistencia a la flexión a los 28 días de curado.....	66
Tabla 36. Resumen de los registros de la rotura de los testigos a flexión.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación. ....	37
Figura 2. Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días del Patrón.....	48
Figura 3. Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 4% con adición de microsílíce. ....	51
Figura 4. Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 6% con adición de microsílíce. ....	53
Figura 5. Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 8% con adición de microsílíce. ....	55
Figura 6. Curva de resistencia a la compresión a los 7 días de curado....	57
Figura 7. Curva de resistencia a la compresión a los 14 días de curado...	57
Figura 8. Comparación de las resistencias a la compresión de los testigos. ....	59
Figura 9. Barra de resistencia a flexión a los 14 y 28 días de Patrón.....	61
Figura 10. Barra de resistencia a flexión a los 14 y 28 días con 4% con microsílíce. ....	62
Figura 11. Barra de resistencia a flexión a los 14 y 28 días de 8% con microsílíce. ....	64
Figura 12. Curva de resistencia a la flexión a los 14 días de curado. ....	65
Figura 13. Curva de resistencia a la flexión a los 28 días de curado. ....	66
Figura 14. Comparación de las resistencias a flexión de las muestras. ....	68

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar el diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023; logrando determinar la influencia de la dosificación en 4%, 6% y 8% de microsílíce evaluados en concreto de alta resistencia.

La metodología de la tesis es tipo aplicada con enfoque cuantitativo y un diseño experimental de 36 probetas cilíndricas y 18 vigas tipo prisma rectangular, elaborando un total de 2 ensayos como muestra con el aditivo microsílíce Sika fume, con proporciones determinadas previamente; estos especímenes fueron expuestos a rupturas de 7, 14 y 28 días de curado a compresión y a flexión solo de 14 y 28 días respectivamente; dando una dosificación de optima de 4% del aditivo mencionado.

Concluyendo que la aplicación del microsílíce en una cantidad de 4% y curado a los 28 días mejora significativamente las propiedades del concreto, aumentado la resistencia a compresión a 242.14 en 28 días de curación; así, mismo, en la resistencia a flexión con un 4% de aditivo de microsílíce y curado a los 28 días, el cual se observó la mejora a un 32.67 kg/cm<sup>3</sup>.

**Palabras clave:** Microsílíce, concreto, resistencia, compresión, flexión.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation is to determine the design of concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> with the addition of microsilica to improve resistance to compression, Andahuaylas, 2023; managing to determine the influence of the dosage in 4%, 6% and 8% of microsilica evaluated in high resistance concrete.

The methodology of the thesis is type applied with a quantitative approach and an experimental design of 36 cylindrical specimens and 18 rectangular prism-type beams, preparing a total of 2 tests as a sample with the Sika fume microsilica additive, with previously determined proportions; these specimens were exposed to ruptures of 7, 14 and 28 days of compression curing and flexural curing only of 14 and 28 days respectively; giving an optimal dosage of 4% of the aforementioned additive.

these specimens were exposed to ruptures for 7, 14 and 28 days of compression curing and flexure curing only for 14 and 28 days respectively; giving an optimum dosage of 8% of the mentioned additive.

Concluding that the application of microsilica in an amount of 4% and cured at 28 days significantly improves the properties of the concrete, increasing the compressive strength to 242.14 in 28 days of curing. likewise, in the flexural resistance with a 4% microsilica additive and cured at 28 days, which improved to 32.67 kg/cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** Microsilica, concrete, resistance, compression, flexshen.

## I.- INTRODUCCIÓN

El hormigón en nuestro Perú es uno de los materiales que más es utilizado porque puede usarse para una variedad de tareas. Por lo tanto, el hormigón tiene muchas áreas por explorar; los profesionales que se encargan de la correcta dosificación de los ingredientes pueden obtener hormigón con las propiedades específicas requeridas. Digamos que es una gran responsabilidad al respecto, Zorrilla (2020). “Incluso para el hormigón se desconocen muchos aspectos de sus siete aspectos principales: propiedades, materiales, características, elección de proporciones y procesos constructivos.

Se puede observar que el hormigón ha sido ampliamente utilizado en china, ya que hay un extenso camino para llegar a comprender el comportamiento de estos materiales. Asimismo, en los últimos años se han realizado continuamente en todos los campos de la ingeniería investigaciones sobre poder mejorar las condiciones de todos los materiales que se emplearon a utilizar en las construcciones estructurales.

Principalmente es para poder mejorar la resistencia del concreto, el cual existen muchos aditivos que se prueban continuamente, uno de ellos es la incorporación de microsílíce, que ayuda a obtener una mejor resistencia para el proceso de un buen resultado, pero también es necesario que no interfiera o debilite otras propiedades; también es muy importante como trabajabilidad, resistencia, etc.

Además, las fibras se utilizan en el hormigón desde hace muchos años con resultados satisfactorios ya que mejoran todas las propiedades. Asimismo, mejora la resistencia del concreto a este respecto, ACI 544 (1996) establece que la principal ventaja es de empotrar el alambre al concreto que este proporcionara la resistencia a la flexión (absorción de energía después del agrietamiento), aumentado así la mayor resistencia al corte, la tensión directa y torsión de resistencia para el impacto, mejor contracción y flujo plástico, mayor resistencia en ciertas condiciones climáticas.

El concreto es muy utilizado en la construcción debido a sus diversas propiedades en estado fresco y endurecido. Está hecho principalmente de cemento, agua, arena gruesa y piedra de tamaño variable. A veces se añaden aditivos como la microsílíce para mejorar su resistencia y durabilidad. Los aditivos actuales para el concreto incrementan la resistencia del material, como es el caso del microsílíce, que contiene partículas finas y propiedades químicas y físicas que aumentan su resistencia; sin embargo, su efecto negativo en el ambiente es un aspecto a considerar. (Flores, 2020).

El incremento en las construcciones aumentó el uso del concreto en diferentes etapas de la edificación, lo que llevó a la realización de investigaciones que tratan de agregar o reemplazar materiales en los agregados finos, gruesos, cemento y aditivo del microsílíce. Existen pocas investigaciones con este último aditivo; el uso del concreto es parte fundamental para la elaboración de construcciones pues, este es el material de construcción más elemental.

El aditivo microsílíce, también conocido como sílice activa se obtiene a partir de la combustión de la sílice, generalmente en forma de arena de sílice, en presencia de oxígeno. El proceso de combustión produce partículas finas de sílice amorfa, que son recolectadas y procesadas para obtener el aditivo microsílíce. Se caracteriza por su alta reactividad química y su tamaño de partícula extremadamente pequeño, que generalmente oscila entre 1 y 100 micrómetros. Estas propiedades le otorgan beneficios significativos cuando estas se agregan al concreto u otros materiales de construcción. Esta reacción forma compuestos de gel de sílice que llenan los poros y aumenta la resistencia y durabilidad del concreto.

Ahora bien, se observa que a pesar de los avances obtenidos aún se presenta serias deficiencias del concreto, lo que repercute a la resistencia, afectando las estructuras en las edificaciones, se determina que existe construcciones con presencia de uso de concreto no muy resistentes a las inclemencias del tiempo, principalmente a la humedad ocasionado por las fuertes precipitaciones sobre todo en invierno, factores climáticos que enervan la resistencia del concreto,

aunado a ello otras causas con prevalencia es el desconocimiento técnico de un material nuevo un diferente aditivo mejorador para la trabajabilidad y resistencia para el concreto. Por tal acuerdo a esta problemática Fernández (2023) afirma que, en nuestro país, más exactamente en Trujillo existen varias viviendas que deben reconstruirse con un aditivo mejorador de concreto, ya que en lo que corresponde por las deficiencias del concreto utilizado, este no es muy resistente a las temperaturas y cambios climatológicos. De acuerdo Norma E.0.60 de concreto armado que se rige en nuestro país.

Los daños estructurales se generan por diversos factores, entre lo que se considera la falta del manejo de técnicas y el poco conocimiento sobre el manejo del concreto convencional con alta resistencia, lo cual conlleva a los cantaros lluviosos, por lo que generan un gran problema a la filtración de agua al concreto y las cangrejas que se pueden ocasionar; por lo que se muestra la imperiosa importancia de mejorar los insumos de fabricación de concreto con el objeto de garantizar la durabilidad y resistencia del concreto; dado esto, el concreto tiene que ser con mayor resistencia a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , lo cual se conlleva a la necesidad en diferentes países, por lo que se plantea el uso de algunos aditivos los cuales se adicionan para mejorar sus propiedades de resistencia a la comprensión y adherencia tal como es el microsílíce.

De esta forma, al existir construcciones estructurales y viales en mal estado en nuestro país, se requiere necesariamente de un medio investigativo como es la propuesta del uso de aditivo de microsílíce en los diseños de concreto para lo cual existirá un aumento de resistencia general al concreto de 4%, 6% y 8%, ello en relación a su dosificación y agregado natural extraída de los ríos, pues como bien se sabe estas contienen diferentes cantidades de humedad; de esta manera se concluye que este aditivo tiene fundamento en su inferencia al concreto con sus propiedades de adherencia y compatibilidad ya que mejora notablemente su resistencia. Referente a la problemática ya evidenciada se tiene que dar el alcance de los ensayos que se van a desarrollar, así como resultados claros que evidencien la aplicabilidad aditiva del Microsílíce en el concreto con el objetivo de demostrar la resistencia que generará al concreto.

Como justificación social de este estudio, se ofrece un aporte efectivo en el ámbito de la construcción, un nuevo proyecto basado en proyectos conocidos que mejora los tradicionales y así garantizar un ocupación estable y segura en los edificios; cuando se den las respuestas de esta investigación, se podrá promover y recomendar el uso del aditivo que contengan polvo de microsilicio en la construcción de casa, puente, etc.; porque este aditivo se utiliza mejor para poder incrementar una buena resistencia.

Como justificación teórica para la investigación, cual encaminada a aumentar la resistencia del concreto, mediante la adición del microsílíce, la cual se basará en las normas de construcción que determinan el mínimo requisito para el concreto. Análisis específicos, diseño, materiales y un buen control de calidad; de esta manera se mejorarán los productos tradicionales para la mejora de una gran industria a la construcción.

Como justificación práctica de esta investigación es dar a conocer a otros investigadores sobre el alto desempeño del concreto, como la microsílíce que puede cambiar el comportamiento de la resistencia y adherencia del concreto; ya que los resultados obtenidos de esta investigación serán plasmados mediante publicaciones en los diferentes medios de comunicación.

La justificación económica vendría ser muy beneficioso para el ámbito de la construcción como también para la población porque se reducirá el costo del prepuesto a lo que estamos acostumbrados a gastar, pues con la aplicación de este aditivo el costo va a tener una reducción considerable que va a ser beneficiado para todos.

La justificación ambiental se dará de cierta manera para ayuda a disminuir el uso negativo del hormigón tradicional que usamos en la actualidad, por eso se le quiere dar a conocer un nuevo uso de diseño de concreto con aditivo al microsílíce. Además de incentivar a reducir el impacto ambiental en relación con la construcción de nuevo aditivo con el medio ambiente.

De la presente investigación se tiene en cuenta que su metodológica viene a ser correlacional y su conclusión inferencial, por lo que se aplica a calcular la porosidad máxima de la Av. 28 de Julio N° 389 en un tramo de 200 m con una muestra de 36 probetas y 18 vigas. Teniendo en cuenta que gran parte de las construcciones en nuestra región son de puro concreto, en la actualidad, se viene dando un importante incremento dentro de la construcción civil, como en las viviendas, muro de contención, pavimentos, puentes y obras hidráulicas, etc.

De acuerdo a lo expuesto se ve la intención de poder perfeccionar la calidad del hormigón a través de aditivo del microsílíce, para poder evitar a los posteriores de algunos agrietamientos, fisuras u otros daños propios del concreto no resistente, este aditivo permitirá garantizar la durabilidad de las construcciones a menos costo y en menos tiempo.

Ante esto se ha propuesto como problema general ¿Cuál será el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023? y como problemas específicos tenemos: ¿Cuál será el análisis del diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de microsílíce en 4%, 6% y 8% para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?, ¿Cuál será la resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición de microsílíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023? y ¿Cuál es la resistencia a la flexión en el diseño del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición de microsílíce al 4% y 8% a edades de 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

De igual forma como objetivo general se plantea: Determinar cuál será el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023, de tal manera como objetivo específico tenemos: Determinar cuál será el análisis del diseño del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición de microsílíce en 4% 6% y 8% para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?, Determinar cuál será la resistencia a la compresión en el diseño del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  con adición de microsílíce al

4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días, para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 y determinar cuál será la resistencia a la flexión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4 % y 8% a edades de 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

Como Hipótesis General se da: El concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia, y como hipótesis específicos tenemos: El concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce en 4% 6% y 8% mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia, de microsílíce al 4%, 6% y 8% mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 y El concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4% y 8% mejora resistencia a la flexión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia.

## II.- MARCO TEÓRICO

A nivel Internacionales tenemos a: Klever (2017), en su tesis titulada: *el estudio comparativo de la resistencia a la compresión entre el concreto ( $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ ), concreto con adición del microsílíce y concreto con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración Jaime vaca del cantón tena de la provincia del napo*, Ecuador, 2017, quien explica en su investigación comparativa sobre la tenacidad de la compresión entre el concreto que al utilizar el microsílíce se presentan resultados favorables al 80%. Esta investigación tuvo como metodología la de descriptivo experimental mixta utilizando herramientas como la de libros, tesis, sitios web, informes, artículos para incrementar la confiabilidad de sus resultados y como conclusión final se tuvo el reemplazo parcial del cemento para poder utilizar la ceniza de cáscara de trigo conteniendo los porcentajes en 75% a 85% y el microsílíce superior al 90%.

Carlos (2015), en su investigación titulada: *Modificación de propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice, México, 2015*, el cual, se tiene por evaluar los efectos de las nanopartículas de sílice a dos matrices, buscando establecer la influencia de los materiales antes mencionados; para la evaluación, se acoplaron las nanopartículas en dosificaciones de 0.40% - 0.20% en peso, con la finalidad de adecuar y sacar las conclusiones. Con la conclusión obtenida de la investigación para utilizar este tipo de materiales sea el mayor reto a superar es la correcta con las nanopartículas en las matrices cementales, de tal manera dicha investigación es dispersión ya que posee alta energía superficial las nanopartículas. El resultado final de este trabajo plantea que la resistencia para un cemento que mejoró hasta en un 30% a edad de 18 horas; de la matriz del cemento sulfoaluminoso que obtuvo la dosificación a 0.40%, de tal manera la mejoría no fue de la misma obtención con la matriz del cemento.

Así mismo, Terreros (2016), en su tesis que titula; *El análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando*, Bogotá - 2016; todos los agregados deberían cumplir con todas las propiedades de calidad para un buen diseño de mezcla y así mejorar una buena resistencia. El hormigón fino tiene una mejor consistencia de 2430 kg/m<sup>3</sup>, densidad seca, y una densidad con el contenido

de la humedad natural es de 4,53%, un coeficiente de absorción de agua de 6,38% y un módulo de 2,23. El tamaño nominal máximo de un agregado es de 2,54 cm (sostenido en orificios de mayas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada) una densidad de 2.520 kg/metro cúbico, un peso unitario seco a granel de 1.281,1 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1.453 kg/m<sup>3</sup>, la humedad natural es de 1,03% la absorción de agua es de 1,09% y el módulo de finura es de 7,78%. Finalmente se llega a una conclusión que el relleno si cumple con todos los estándares para un buen diseño de mezcla.

Seguidamente, Daniel (2017), en su tesis titulada: *La influencia de las micro fibras de polipropileno y el aditivo de microsílíce a la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi*. Este explica el buen comportamiento estadístico de cada uno de los materiales y de tal manera que se va determinar la influencia en una resistencia del concreto, como también de los efectos del aditivo de microsílíce y polipropileno en la variación final de la resistencia obtenida. De tal manera, esta investigación se procedió con el planteamiento del modo experimental, por lo tanto, se realizó la fabricación de cada una de las muestras y experimentos propuestos y otras pruebas necesarias para obtener buenos resultados y realizar sus análisis respectivos.

Finalmente, Morataya (2023), en su tesis titulada: *Concreto de alta resistencia, Guatemala, 2023; Explica que* este proyecto de graduación presenta un tipo de concreto que, aunque no se usa comúnmente en las formas tradicionales, es esencial para el desarrollo estructural de grandes estructuras como edificios y puentes. Especifica los códigos y normas que se deben seguir para cada material utilizado. Además, se muestran varias mezclas de hormigón de 1m<sup>3</sup> con mezcla producida por Bimestre como sustrato, pero sin cenizas volantes. En la parte práctica se hicieron diferentes mezclas de comparación donde tuvimos comparaciones de cemento y otras cantidades y tipos, diferentes comparaciones de arena donde se hicieron pruebas de cilindros a los 7, 28 y 56 días y se obtuvo un muy buen resultado. El hormigón de alta resistencia tiene mayor escala debido a la combinación del agua al cemento.

A nivel Nacional, tenemos la investigación de Achahuanco (2017), en su investigación denominada: *es la optimización de todos los concretos estructurales*

sobre cada uno de todas las propiedades. Este estudio analizó las propiedades mecánicas simplemente comprimiendo especímenes de 5" x 9" hechos de mezclas de concreto con 2%, 4% y 6% de microsílíce. El objetivo de esta investigación es la reducción del cemento por m<sup>3</sup>, manteniendo todas las resistencias del diseño estipulado y recomendados en las fuerzas mencionadas. Este diseño piloto menciona dos métodos de evaluación; el primero de ellos es el método para calcular la dosis de ingredientes correspondientes a cada estructura mediante varios experimentos vertiendo una pequeña cantidad de unas 6 briquetas, donde se puede reducir el cemento, polvo de microsílíce y mezcla reductora de agua de alta eficiencia. El aditivo está cementado, lo cual es necesario para asegurar una cobertura adecuada de las partículas minerales, e incrementar la mayor cantidad necesaria de agregado fino en cada mezcla para una buena muy trabajabilidad y así para permitir que el mortero suba a la superficie. Una vez que se logra la mezcla correcta de ingredientes, se utiliza otro método que implica fundir 30 muestras de briquetas de concreto de 4 pulgadas por 8 pulgadas según este sea el espécimen de diseño (diseño patrón de 15% y 7 % de sílice de agregado) y se realizan experimentos bajo nuevas condiciones (recuperación) y condiciones fijas (presión axial simple). Se concluye que la dosis adecuada sílice en polvo para la estructura de 210 kg/cm<sup>2</sup> es del 7%, ya que se logra una resistencia promedio a presión axial simple de 317.03 kg/cm<sup>2</sup>, lo que reduce la reducción del bono de cemento a 4.28 sacos/metro cúbico; para un diseño con una dosis adecuada de sílice en polvo es de 7%. Según el análisis de precios unitarios, esto se traduce en una reducción del 6,04% en el precio del hormigón. metro cúbico frente a 210 kg/cm<sup>2</sup> de hormigón. Para hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> la reducción es del 2 y del 10,95%.

Cerna (2022), en su tesis titulada: *la determinación de la Influencia de una dosificación de microsílíce en el comportamiento térmico, resistencia a la compresión y flexión evaluados en concretos de alta resistencia, Trujillo 2022*. Este estudio se inició con el reajo de los áridos de la cantera FROILEZ; utilizando un diseño de muestreo no probabilístico puramente experimental, se determinó el efecto de una buena dosis de polvo de microsílíce sobre las propiedades cálidas, de una resistencia de la flexión como compresión; el cual, se realizaron en promedio

de 04 análisis calorimétricos, incluidas 38 muestras de briquetas y 12 vigas prismáticas. Las vigas se recubrieron con 0%, 5%, 10% y 15% de microsílíce Sika fume y se realizaron sus muestras a la compresión de los 3, 7 y 28 días y a una flexión después de solo 28 días. Con base a los excelentes resultados en comparación con otras dosis, se determinó que la dosis óptima es incluir un 15% de aditivo anterior.

Cajavilca (2022) en su tesis titulada: *cual es la Influencia con la adición del aditivo del microsílíce en todas las propiedades físicas como mecánicas para poder mejorar el concreto, Juliaca – Puno*. El objetivo principal de esta investigación es como poder determinar las propiedades físicas como mecánicas para un buen diseño experimental proporcionada por un método cuantitativo; adición apropiada de microsílíce en polvo 3%, 6%, 9%, 12% y 15%. Se realizaron estudios similares con una resistencia de diseño ya mencionada. Todas las propiedades físicas del hormigón estuvieron dentro de los estándares del buen manejo del diseño. El cambio más radical significativo que se puede establecer es el peso unitario, el cual, lo reduce a medida que este se pueda incrementar su porcentaje de adición; las más importante de las cuales son: resistencia a la compresión y tensión aumentado a un del 6%, del rendimiento a la flexión aumentado en un 3%. Finalmente se concluyó, que al agregar un 6% de aditivo de sílice tiene el mejor efecto de compresión y 3% tiene el efecto de craqueo; a medida que se incrementa el volumen del aditivo de microsílíce, las propiedades disminuyen; dando este un claro conocimiento de que el aditivo es mucho mejor cuando es incrementado con poco porcentaje de sílice.

Según Anicama (2020), en su tesis, sobre la *Aplicación del aditivo microsílíce, y superplastificante para el diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, Lima, 2019*, Al elegir un título de ingeniería en la universidad. El objetivo era determinar el uso de aditivos de microsílíce y superplastificantes en la producción de mezclas de hormigón de alta calidad. De esta manera podemos perfeccionar la dosificación del aditivo en el concreto y seguir la guía establecida en la Norma en ACI 211. Cual, en la investigación de una mejor dosis para la optimización del hormigón de un alto rendimiento, encontramos diversas soluciones que nos ayudaron a alcanzar el nivel óptimo de polvo de sílice y aditivos superplastificantes. Se utilizaron las siguientes

categorías para el estudio: agregado fino tipo Solcement – Cantera Unicon con agregado grueso – cantera unicon con polvo de microsilicio superclásico. Se ha optimizado los distintos componentes de la mezcla y se ha añadido el contenido estándar de polvo de microsilice de 9%, 10% y 11%. Según la proporción de agua y cemento, la proporción de adición es de 1%, 1.3% y 1.5% en la sección 0.38, es la suma de los 7 diseños de tuberías de concreto que se muestran. En este trabajo, para obtener estructuras de concreto con resistencia estructural de 21 Mpa y 28 Mpa, se buscó y aumento la dosis optima de polvo de sílice para remplazar el cemento y con base de la formula, la dosis de polvo de sílice en el control fue de 210kg/cm<sup>2</sup>. Todas sus propiedades tanto como mecánicas es el peso volumétrico máximo de una solución de cemento de 7% es de 5,3 cm, por lo tanto, este cumple con los requisitos mínimos necesarios de cada modelo que se pudo haber detallado párrafos arriba, dando este como poder superar las objeciones necesarias para esta investigación.

García (2018), En Huancayo, elaboro un trabajo llamado como: “Concreto de alto desempeño” utilizando microsilice y superplastificante en las mezclas de hormigón. En 2018, se exploró varias formas de encontrar el aditivo ideal del microsilice y superplastificante para el desempeño del concreto, dando un mejoramiento a todas las propiedades físicas y mecánicas en los estados endurecidos y fresco. Se emplearon agregados de una cantera cercana al lugar de la investigación, el cual, fue extraída del Rio-Chico en este estudio para investigar las propiedades y el rendimiento del microsilice, además del impacto de los superplastificantes, los cuales mejoran las propiedades de segregación y exudación del concreto de alta densidad. Actuación de todas las mezclas, estándar o con microsilice y superplastificante, se someten a pruebas en estado fresco y endurecido. Se determinó que la mejor proporción para añadir microsilice y superplastificante de alta resistencia y eficiencia es de 6% y 1.2 % respectivamente. Esto mejora la flexibilidad y la trabajabilidad de una mejor resistencia, el cual reducirá dicha fuga del hormigón establecido.

Así mismo Zúñiga (2019), en su tesis titulada: *Influencia de adiciones de microsilice en la resistencia a la compresión del concreto producido con los agregados de la cantera de arunta de la ciudad de Tacna*. (Tesis de pregrado). La Universidad

Privada de Tacna, (2019). Se determino que los agregados (grueso y fino) utilizados en el programa de investigación fueron ensayados según las normas NTP y ASTM para determinar sus propiedades físicas, y se determinó la tenacidad del cemento y aditivos. Los aditivos utilizados en este proyecto se basan en tecnología aditiva. Se determinaron 90 briquetas y 30 vigas prismáticas para la mezcla estándar (MP), 30 briquetas para la mezcla del microsílíce a un 4% (MMS-4) y 30 briquetas para la mezcla del microsílíce a un 8% (MMS-8). Las partículas de microsílíce utilizadas son del 5 al 15% en peso de cemento, según lo recomendado por el fabricante.

Chuzón (2020), que en su tesis titulada: *La investigación propone agregar nano sílice en diversos porcentajes al diseño de concreto y lograr las condiciones adecuadas en este aspecto*. Se utilizó material de Tarapoto para el diseño del concreto, incluyendo agregado de hormigón del río Huallaga, y aditivo sílice de Lima. Los materiales serán llevados a ARGAD para el proyecto. El enfoque teórico por capítulos aborda la problemática de esta investigación, establece objetivos e hipótesis que serán evaluados al concluir los estudios de laboratorio. Se hicieron testigos de 15x30 para conseguir la resistencia del concreto. El cual se solicitó cotización para obtener nano sílice y ya lo tenemos junto con su ficha técnica para el diseño correspondiente. Se hicieron 24 especímenes de concreto. 6 usaron concreto patrón y 18 tuvieron nano sílice agregada en diferentes cantidades. Todos fueron analizados a las edades de 7, 14 y 28 días de curado para el buen resultado de las fuerzas mencionadas en la investigación de la tesis.

Gutiérrez (2022), que en su tesis titulada: *La adición de microsílíce en la resistencia del concreto en Trujillo, 2022 – Universidad Cesar Vallejos (2022)*. Se llevó a cabo un estudio para complementar del cómo influye el aditivo del microsílíce. Se utilizó un método experimental y explicativa para trabajar con especímenes de concreto de Trujillo. La prueba consto de 72 muestras de concreto preparadas según especificanos y normas NTP 399.186. Asimismo, para obtener todos los datos de los resultados se optaron a utilizar la observación y anotación en las tablas técnicas del laboratorio. El uso de microsílíce en el hormigón aumenta la resistencia mecánica en la ciudad de Trujillo. Se determinó que este aditivo mejora la resistencia del concreto para diferentes proyectos de ingeniería.

Soto, I. y Antonio, R. (2016), en su artículo científico, el cual tiene como objetivo: investigar la posibilidad de utilizar polvos obtenidos a partir de residuos orgánicos, la forma de análisis es mediante la realización de experimentos con una gran cantidad de probetas cilíndricas de concreto con dosificación 0%, ambas de manera cuantitativa. a nivel prospectivo y descriptivo, 5%, 10%, 15% y 20% de polvo orgánico utilizando 30 tubos de ensayo y el muestreo durante 28 días consecutivos y uso de instrumentos para verificar deposición de agua y la absorción mediante la prueba de cono de Abrams, la gravedad específica y por último la resistencia a la compresión, cual se ha descubierto el total de porcentaje apropiado del 5% puede dar buenos resultados, lo que muestra la mejorar de todas las muestra de referencia de concreto, y finalmente se puede usar para producir concreto de grado estructural o mortero con propiedades de resistencia aceptables.

Todas las bases teóricas para esta investigación fueron optadas en cada uno de los conocimientos de las variables y dimensiones que fueron propicias y necesarias para esta investigación.

Las propiedades respecto al concreto, están concluyentes tanto a los estados físicos como químicas para cada uno de sus módulos, cual se explican mejor a la hora de examinarlas cada uno de las propiedades del concreto. La naturaleza y el material del hormigón (Albano, 2018).

El concreto, se define como una sustancia que primero expresa una estructura plástica y compuesta, contiene una mezcla de ciertas partes de cemento, agua, áridos y aditivos opcionales, y gana dureza en función de sus propiedades aislantes y de resistencia; Los materiales apropiados para una buena construcción Y la estrecha relación de todos los módulos del hormigón comunes crea muchos plásticos que son fáciles de modelar y moldear; pero gradualmente pierde esta cualidad, hasta que después de algunas horas se endurece, adquiere la apariencia, propiedades de un cuerpo sólido, y finalmente se convierte en una sustancia mecánica duradera, es decir un concreto duro (Lizarazo, 2016). El cemento sirve como aglutinante en una mezcla de arena, grava, y gravilla (conocida como árido) para formar hormigón. El hormigón se endurece con solo agua durante el amasado y es apto para su uso debajo del agua.

**Tabla 1.***Propiedades del concreto.*

Propiedades	Unidades	Agregado Fino	Agregado Grueso
Tamaño Máximo	-	1/2	1
Humedad Natural	(%)	3.29	3.08
Peso Específico	(kg/cm <sup>3</sup> )	2.62	2.61
Absorción	(%)	2.67	0.40
Módulo de Fineza	(%)	3.35	6.01
Peso Unitario Suelto	(kg/cm <sup>3</sup> )	1.569	1.438
Peso Unitario Varillado	(kg/cm <sup>3</sup> )	1.861	1.568

**Nota:** Son las propiedades específicas que contiene un concreto.

De igual manera el cemento es un material triturado que forma una pasta uniforme que se endurece bajo el agua y en el aire con la adición de la cantidad correcta de agua. No se incluyen cal hidráulica, cal aérea y yeso.

Por otro lado, se considera como las dimensiones en esta investigación se determinan a una buena resistencia, cual el sobresaliente es la resistencia a la flexión, por lo que es de mucha importancia en el diseño de control de calidad para las obras en general y en estructuras hidráulicas y pavimentos en particular. Se puede determinar los indicadores, él pueda distinguir la calidad y trabajabilidad, cual garantiza la durabilidad de una determinada (Toirac, 2009). De tal forma, se ha considerado a la Resistencia del hormigón una medida de rendimiento estándar utilizada por cada uno de los profesionales en la carrera de ingeniería, puesto a diseñar todo tipo de construcción como: edificios, puentes, pavimentos y otras estructuras referentes a la ingeniería civil. Existen ensayos que permiten determinar el comportamiento final de la estructura de acuerdo a un requerimiento específico, de manera que el peso del concreto se determina de acuerdo a diversas propiedades mecánicas y resistencias. Cada medición de resistencia es mediante la voladura de briquetas de concreto en las máquinas de ensayos de los laboratorios, mientras que la resistencia se puede también calcular a partir de una carga de rotura por esfuerzo, que es proporcional al área del componente, cual

resiste todo tipo de cargas. Los requisitos de resistencia pueden oscilar entre 200 kg/cm<sup>2</sup> para hormigón residencial o hasta 300 kg/cm<sup>2</sup> para edificios comerciales. Para otras aplicaciones, la resistencia máxima se especifica hasta 80 MPa y más (CEMEX, 2022).

Para Jiménez (2022), cada mezcla debe probarse fresca y seca como de costumbre. Del análisis se concluye que la mejor relación de la mezcla será 10% microsílíce y 1.5% superplastificante, por lo que el concreto brinda flexibilidad, control, alta resistencia a la compresión, alta estabilidad, mejora en la nueva condición. La principal característica del ligante o conglomerante cuando se mezcla con los áridos (grosso y fino) y el agua es que forma rocas estables y fuertes como el hormigón. Es la sustancia más vendida y utilizada en el mundo después del agua. El cemento Portland fue inventado por J. Aspdin en 1824 y lo llamó Portland por su parecido con las rocas comunes en esa zona de Inglaterra. Las calizas y arcillas se calientan hasta 1300 °C en grandes hornos rotativos inclinados de las siguientes dimensiones. Mezclando el material llamado "Clinker" con 2% a 3% de plástico con cuidado para que no fragüe rápidamente y casi al instante (Camac, 2018).

**Tabla 2.**

Componentes del cemento.

Nombre	Porcentaje
Silicato decalcio	32%
Silicato tricálcico	40%
Aluminio tricálcico	10%
Sulfato de calcio	9%

**Nota:** Mezclas de superplastificante.

En su nueva forma, el hormigón convencional es un grupo de partículas de roca, a menudo descritas como agregados, dispersas en matrices cohesiva de pasta de cemento compactada plásticamente. Esto significa que hay poco o ningún contacto entre las partículas comprimidas en esta mezcla; esta es una propiedad que generalmente se encuentra en el concreto ya endurecido (Sánchez, 2021).

El diseño o dosificación de concreto de acuerdo al A.C.I 211.1 es el proceso mediante el cual todas las entregas de concreto se miden en masa o metros cúbicos para poder combinar con máquina, el cual garantizara un concreto de buena calidad. Cada producción de concreto debe ser precisa ya que se miden y mezclan hasta lograr una homogeneidad uniforme (Kosmatja, 2004), así como el American Concrete Institute (ACI) creó el A.C.I. Pautas.211.1. El objetivo es seleccionar y utilizar una gran cantidad de hormigón normal elaborado a partir de mezclas de peso normal para uso en pavimentos.

Según Arrieta (2019) Debido a la dureza del concreto, solo se realizó la resistencia al asentamiento en los tubos de ensayo de forma cilíndrica (ASTM C39). En este estudio, esta es la prueba más importante para el mundo duro, porque nos permite saber cuánto tiempo puede soportar el concreto al esfuerzo planificado. Dado que el hormigón soportará una gran carga estructural, es muy importante cumplir con los valores de resistencia para los que fue diseñado, ya que tener valores por debajo de los requisitos puede tener consecuencias humanas y económicas.

La mezcla del diseño, es un modo de optar los agregados para determinar un concreto, el cual se determinará la trabajabilidad, resistencia y su dureza. En la fecha, la mezcla desarrollada si se utiliza por su valor de especificación; restricciones sobre el conjunto de propiedad a cumplir, esta relación lleva agudamiento (Cánova, 2021).

Toda la resistencia varía según las mezclas del cemento, temperatura, áridos y tiempo de curado (Paredes, 2019).

Asimismo, de manera similar, la resistencia de un concreto ligeramente proporcionado se puede obtener mediante cilindros; nuevamente, se retira del molde después de un día y luego se cura hasta la fecha de prueba, generalmente 28 días; Además, la resistencia es el valor medio de al menos dos muestras (Paye, 2017).

El curado del hormigón es un proceso en el que el hormigón se sumerge continuamente en agua para que pueda seguir alcanzando la resistencia prevista;

El proceso de hidratación se puede realizar mediante inmersión (sumergir la probeta en agua) e introduciendo 15 fibras de acero en el hormigón.

La microsílíce se produce al reducir el cuarzo de alta pureza quemados en los hornos electrónicos. Se usa comúnmente para fortalecer la resistencia a la del concreto debido a su alta reactividad (Vega, 2019).

De acuerdo a lo establecido por la NTP 334.087-2018, la microsílíce (Silica Fume); se produce mediante la producción de derivados carbonosos ultra poros de cuarzo en hornos de arco, a través de los cuales los hornos de arco producen y/o extraen otras mezclas de silicio y minerales de silicato, que se cree que están compuestos de partículas aproximadamente esféricas. Los materiales puzolánicos tienen una finura muy alta; pues estos se pueden dividir en polvo denso de microsílíce que se ha procesado para aumentar la densidad aparente para facilitar su manipulación y transporte, y formas naturales, cual se ha llegado a ser procesado mediante diferentes procesos de polvo denso de microsílíce.

El tamaño del polvo de microsílíce es de aproximadamente 0,5 micrómetros; es cien veces menos que el cemento. Por lo tanto, puede ocupar un espacio que otros elementos de la mezcla de concreto no pueden, lo que resulta en menos huecos en el concreto; Un ejemplo de polvo de sílice utilizado en el hormigón es la versión Sika Fume de la marca Sika, que es un aditivo que utiliza polvo de sílice. Además, su densidad es de 0,65 kg/l. Además, el contenido total de cloruros es inferior al 0,3%, por lo que no dañarán el acero utilizado en el hormigón.

El agregado es un material en forma de gránulos, que estos pueden ser derivados naturales como también modo artificial; también hay arena, grava, grava arcillosa y escoria de hierro. Además, estos elementos se combinan con cemento para formar hormigón o mortero. Cada unidad debe cumplir con ciertos estándares establecidos por NTP. También se pueden utilizar agregados que no cumplan con estos estándares, pero se debe demostrar que estos materiales cumplen con la resistencia requerida mediante pruebas de laboratorio de acuerdo bajo la norma MCVS-E.060, 2009.

Los agregados en una mezcla tradicional, el árido constituye alrededor del 75% del volumen del hormigón, por lo que es importante que el árido sea de buena calidad y libre de elementos que puedan contaminar el árido. Además, los agregados de baja calidad afectan el desempeño de la producción del producto final del hormigón (Abanto, 2018).

La Resistencia a Flexión sobre una viga generalmente es calculada teniendo en cuenta la distribución desproporcionada de líneas en la dimensión de altura de las demás secciones de las vigas, donde intervienen dos o más factores, al saber, la imperfección y la distribución de tensiones en el hormigón (Portugal, 2007), es decir, sobre la adecuación para mejorar las carreteras, pistas de proyectos de inversión en infraestructura vial, etc; este valor se puede obtener ensayando vigas prismáticas de dimensiones estándar como resultado de la carga de todos los elementos del hormigón (MR), expresado en megas pascales.

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo de investigación**

En este tipo de investigación determinamos como tipo Aplicada, debido a que si cumple con parámetros teóricos existentes, con el fin de buscar y dar solución a un problema que emplea, como alcance de la investigación según, (Hernández, 2019), describe que toda investigación aplicada tiene las características únicas de aplicación específica referente a nuevos conocimientos obtenidos con el paso del tiempo y así poder incorporar y resumir en la práctica todos estos estándares científicos de investigación.

Vargas (2009), El autor clasifica los tipos de investigación en función de su utilidad, y se concluye que nuestro estudio es de tipo aplicado, al evaluar la microsilíce y determinar sus propiedades.

Para Álvarez (2020), esta investigación busca obtener nuevos conocimientos para resolver problemas prácticos y específicos, aplicando y consolidar el conocimiento adquirido. También fomenta el pensamiento crítico y la creatividad para encontrar soluciones efectivas.

##### **Diseño de investigación.**

Este tipo de investigación es considerada de tipo experimental - puro, donde se realizó la experimentación con el concreto y aditivo, el mismo que será sometido a diferentes porcentajes de adición de microsilíce (4% 6% y 8%). Según (Camarango, 2022), el primero de ellos es el manejo que se realiza intencionalmente de una o más variables independientes; para ellos es considerable que la variable dependiente sea la supuesta causa en esta investigación entre la otra variable,

El diseño experimental es un esfuerzo de investigación experimental en el que los investigadores pueden manipular variables independientes bajo estricto control para probar las causas de hechos o fenómenos en función de sus propios intereses de investigación (Neill, 2018).

### **Enfoque de investigación**

Este tipo de investigación es un proceso sistemático que utiliza criterios y enfoques prácticos para el análisis de un fenómeno o individuo. Estos enfoques pueden ser cuantitativos o cualitativos. El enfoque cuantitativo recopila datos numéricos para evaluar una hipótesis y aplicar análisis estadísticos para probar diversas teorías (Cortez, 2017); cual se consideró como enfoque cuantitativo.

Todos los investigadores proceden siempre a realizar primero la recolección de todos los resultados numéricamente para realizar la comprobación de las suposiciones realizadas en este trabajo de investigación, el cual esto de menciona y/o denomina como una investigación cuantitativa (Hernández, 2018)

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable 1 (VD):** Diseño de Concreto.

El diseño de concreto tiene por método de dosificación para un diseño de mezcla del concreto, puesto que esto se basa en medir todos los materiales como: el cemento, agua, arena y grava, en peso y volumen y se trazan, esto puede ser para una mezcla en estado fresco como estado endurecimiento (Romero, 2014).

**Variable 2 (VI):** Microsílice.

El microsíllice tiene por incrementar las propiedades del concreto, ya que es un material altamente reactivo, por lo que es usado en pequeñas cantidades, ya que, el subproducto que este genera es de mucha importancia para la fabricación del concreto (Galindo, 2020).

Para Denis (2021) tiene un gran efecto de polvo silicio, el cual practica la elección de una forma más rápida y eficaz, debido a que tiene una gran finura por lo que es muy necesario hoy en día el uso del microsílíce, para garantizar una buena dureza y firmeza en una construcción; la gran cantidad de agua para el amasado, por lo que es necesario utilizar los aditivos para realizar todo tipo de trabajos con relación a agua y/o cemento reducido.

Por otro lado, Mendoza (2018), menciona que el microsílíce se clasifica como una puzolana y subproducto de la producción de metales finamente trituradas, los mismo que contienen siliconas, el cual, es muy beneficioso para el aumento de la durabilidad y trazabilidad del microsílíce.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

En esta investigación, consideramos como población el cual consta de unidades de estudio, que abarcan objetos, fenómenos, hechos y personas, entre otros. Que tienen características necesarias para la investigación (Toledo, 2020).

Según Arias (2016), La población, se define como un grupo con características comunes que se extienden a las conclusiones de la investigación; de tal manera, que se realizarán 40 probetas y 22 vigas de concreto en la ciudad de Andahuaylas, el cual tendrán la adición de microsílíce en la población.

#### **Muestra:**

El tipo de muestra se da mención a un subconjunto de la población utilizado para estudiar la distribución de sus características. (Tamayo, 2022).

En el caso de Castro (2021), indica que la muestra es un subconjunto delimitada de una determinada población específica con las propiedades comunes, siempre y cuando se cumplan los requerimientos necesarios para obtener resultados extrapolables. La muestra es igual a la población:

Donde N=n.

N= Población          n= Muestra

En donde se realizaron 36 probetas y 18 vigas de concreto.

**Tabla 3.**

*Muestra para la prueba de compresión.*

<b>MEDICIÓN</b>				
<b>Microsílice</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Parcial</b>
4%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
6%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
8%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
Patrón	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
<b>Total</b>				<b>36 unid.</b>

**Nota:** Cantidades para las muestras de compresión.

**Tabla 4.**

*Muestra para la prueba de flexión.*

<b>MEDICIÓN</b>			
<b>Microsílice</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Parcial</b>
4%	03 unid.	03 unid.	06 unid.
8%	03 unid.	03 unid.	06 unid.
Patrón	03 unid.	03 unid.	06 unid.
<b>Total</b>			<b>18 unid.</b>

**Nota:** Cantidades para las muestras a la flexión.

## **Muestreo:**

Muestreo es elegir elementos de la muestra para recolectar información relevante en la investigación (Quispe, 2021).

Según Scharager (2022), el muestreo por conveniencia es la deliberación de los elementos que no dependen de la posibilidad sino de las condiciones que puedan permitir realizar el muestreo, de la misma forma son seleccionados con mecanismos informales por la población, lo que implica que sea imposible calcular con dicha precisión. Al respecto, nuestra investigación será por conveniencia; por lo consiguiente, el muestreo se realizará como una forma de seleccionar quienes o que participaran en dicha investigación. (Argibay, 2019).

El muestreo será por conveniencia del investigador.

## **Unidad de análisis**

Según Antillón (2020) hace referencia sobre la aplicación de los instrumentos para la medición del análisis, por consiguiente, se muestra dos cuestionarios: la primera, los modelos estadísticos son presentados en la realidad y lo segundo los resultados numéricos se interpreta en texto.

La unidad analítica de la probeta y viga del concreto.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas:**

Las técnicas que fueron optadas en el proceso de recolección de datos recopilan información para poder responder a cada una de las preguntas de esta investigación mediante un conjunto de procedimientos y actividades. (Cesar, 2022).

Según López (2022), El término tecnología se refiere a los métodos que utilizan los investigadores para recolectar cada uno de todos los datos que sean necesarios

para determinar el análisis o para la evaluación de objetos, como complemento a los métodos científicos, es universal. Los participantes y no participantes se utilizarán como guías de observación para obtener datos de nuestro estudio, ya que se va a tener contacto visual directo con los cambios que se van a generar en la resistencia de comprensión, resistencia de flexión y granulometría, por lo que se ingresará al laboratorio para sus respectivos ensayos.

### **Instrumentos de recolección de datos:**

Soriano (2022) esto nos indica que esta es una herramienta de consulta de proyecto, lo cual nos ayuda a identificar y facilitar la recolección de datos, por tal, ayuda al investigador con la colección de los datos, la cual, nos permitirá a dar un mejor resultado a cada uno de los resultados obtenidos, cabe precisar que en el proceso es de suma importancia seleccionar los instrumentos a emplear. Estas fichas técnicas de registro son desarrolladas conforme a la Norma Técnica Peruana – ASTM, adaptados por el MTC para ensayos con el fin de analizar los datos que se quieren obtener, cumpliendo con los procedimientos y protocolos estándar dentro del sector. El instrumento va ser la guía de observación.

### **Validez:**

Aravena (2019), Dicen que es precisa ya que se basa en la medición de la realidad y clasificación del objeto de análisis.

De tal manera, La validez se refiere a la evaluación del juicio, donde la razón y las evidencias efectiva, respaldan a la verdad y la idoneidad de las conclusiones extraídas de los resultados de los instrumentos antes medidos

### **Confiabilidad de los instrumentos:**

Según Caballero (2021), la confiabilidad de los instrumento de uso para la medición se puede determinar con diferentes técnicas, con lo que se hacen referencia al grado en la cual se aplica, las mismas que son repetidas al tipo que produce igual resultado, por lo que, se constató que si se aplica es confiable el instrumento,

seguidamente, señalo que la confidencialidad es mencionada como exactitud, por lo que acata al grado donde la obtención de los efectos de una comprobación que no tenga especímenes de faltas.

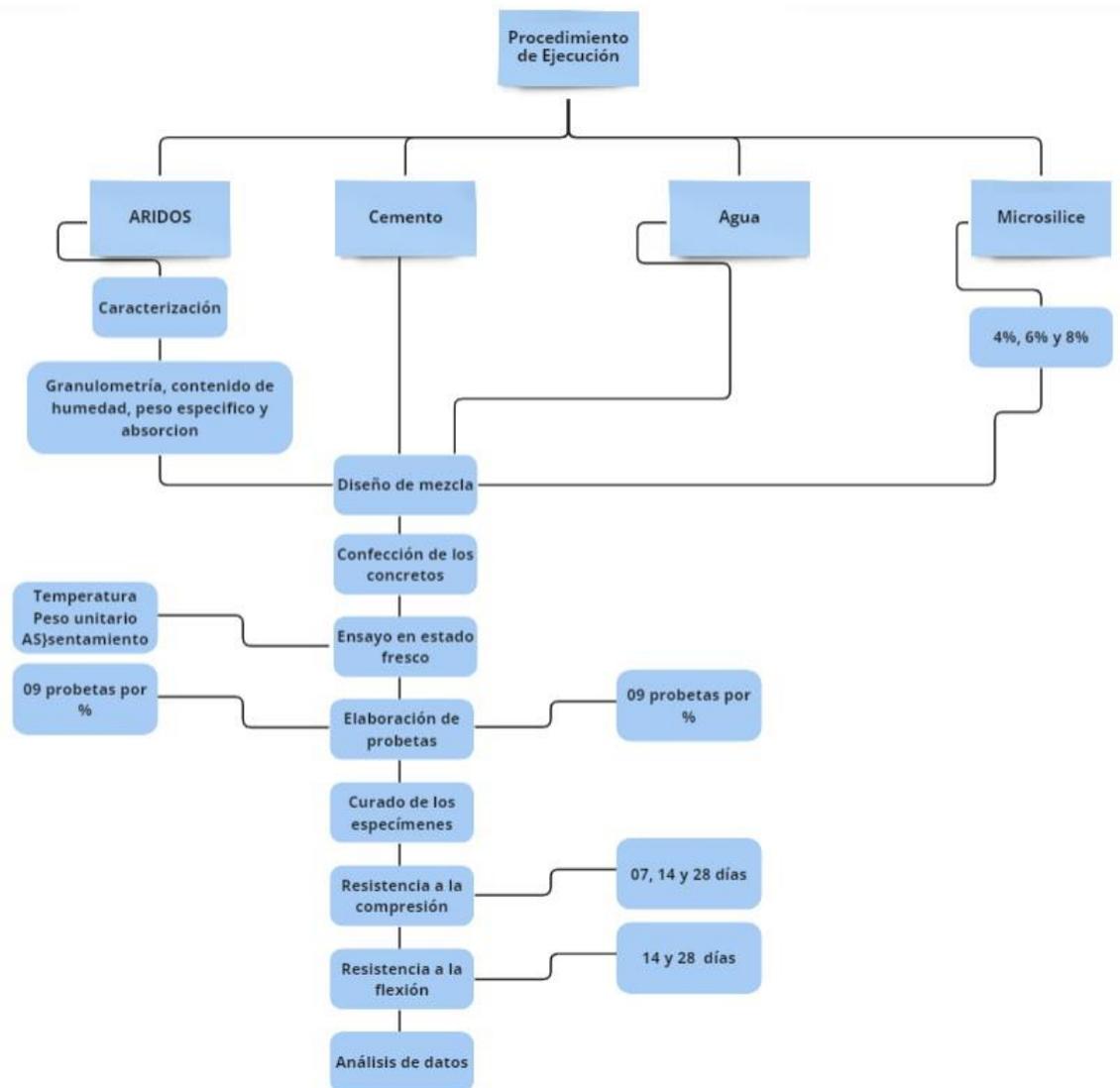
### **Equipos e instrumentos a utilizarse:**

Para Chávez (2019), todos los instrumentos que se utilizaron para este tipo de investigación es medir el comportamiento o atributo. De tal manera, los equipos que se van a utilizar para el desarrollo de este proyecto van a ser certificados y calibrados, por lo que serán detallados en los siguientes anexos; la presente investigación tendrá como parte de los instrumentos de investigación, los días de curados fueron de 7, 14 y 28 resistencias a la compresión y 14 y 28 días a flexión.

### **3.5. Procedimientos:**

#### **Figura 1.**

*Procedimiento de la investigación.*



**Nota:** Proceso y pasos de la elaboración.

**Procedimiento de ejecución:**

El primer paso que se realizó en la investigación es la adquisición de los materiales, en fecha 03 de mayo 2023, se obtuvo muestras de la cantera MIKI NIKI; ubicado en el margen derecha del río Chumbao – Andahuaylas - Apurímac, ubicado en la progresiva 14 +400 con coordenadas ESTE 669291.87 y NORTE 8489746.53, de la cual previa coordinación con el dueño se extrajo muestras representativas en una cantidad de 400 kg de piedra chancada de diámetro de ½” y arena gruesa de 5mm en una cantidad de 400 kg, los cuales fueron llevadas la laboratorio de mecánica de suelos (INGEOLAB) SRL.

Segundo paso que se realizó es la diferenciación de los materiales inorgánicos que se utilizan en estado natural y artificial

Como tercer paso que se realizó es el peso del contenido de la humedad de los todos los agregados, de tal manera se hizo el anote en las fichas de registros que nos dio el laboratorio para realizar el proceso; seguidamente se realizó con el secado y cuarteo de los materiales finos como gruesos, después del proceso se pasó a realizar con el lavado de los materiales tanto fino como grueso y se pasó a secado en el horno del laboratorio.

Cuarto paso que se realizó es el Ensayo de análisis Granulométrico: Arena gruesa: tamaño nominal 5mm y piedra chancada tamaño ½". Pues después de realizar todo ello se empezó a realizar con la granulometría, el cual se sometió por distintas mallas de alambre de aberturas cuadradas establecidas por norma; contenido de humedad, peso unitario cual se expone en su publicación que es un procedimiento para verificar la densidad relativa; absorción es el proceso de separación que debe seguir, en el cual se realizó en tres capas de 25 golpes tanto en fino como en grueso, se procedió con la nivelación para luego pasar a realizar el peso de ambos agregados.

Quinto paso es el Diseño de Mezcla de los agregados del 4%, 6%, 8% y patrón, se realizó con el lijado y engraso de las probetas, seguidamente se realizó el peso en la balanza de todos los agregados; después de ello se hizo la mezcla con el trompo y dando una dosificación dl agua adecuada, listo ello se procedió con las chuceadas para sacar el del slump y vaciado a la probetas el concreto; finalmente se realiza la espera de 24 horas para el curado de las probetas y dejarlos durante los días de 7, 14 y 28 días. Asimismo, se realizar para los 4%, 6% 8% y patrón.

Sexto paso se somete a las prensas de la resistencia como a flexión, dándonos un resultado favorable para la investigación.

### **3. 6. Método de análisis de datos:**

**El análisis de datos se dará mediante:**

**Visualización:** El análisis del proceso de todos los datos es de examinar un conjunto de información a través de diversas operaciones, con el fin de obtener conclusiones precisas que ayuden a alcanzar el objetivo del estudio. La información recopilada se presenta de manera ordenada en cuadros, esquemas, cuadros comparativos, resúmenes, etc. utilizando herramientas como Excel y Word.

**Análisis:** Para analizarlo utilizaremos la correlación de los resultados con la problemática, para poder ver mediante esta medida estadística hasta qué punto dos variables pueden llegar a estar relacionadas entre sí de manera lineal. El cual se utilizará el método analítico, y será constatada con muestra.

### **3.7. Aspectos éticos:**

En esta investigación es de suma importancia el fiel cumplimiento del código de ética los cuales son prioritarios dar su cumplimiento para dar coherencia y veracidad a la producción de nuevos conocimientos y desarrollo tecnológico para responder con nuevas propuestas a las penurias del consorcio dentro del país. Al perpetrar la exploración científica existen muchas normas que instituyen las compasivas prácticas y aseguran la promoción de los principios éticos y, por tanto, al ejecutar la presente investigación se requiere adoptar la ética tomando en cuenta la Justicia donde se practique un trato igualitario de los que realizan la investigación, así como también practicar la honestidad haciendo que la investigación sea divulgada para que los otros investigadores lo tomen y corroboren los hechos conocidos y publiquen otros nuevos estudios alternativos y la vez sepan respetar la propiedad intelectual. A la vez en la competencia profesional científica tener en cuenta los altos niveles de preparación y actualización profesional, como también en la responsabilidad de los investigadores que deberán asegurar la investigación que se realice, cumpliéndose todos los requisitos legales y de seguridad.

Dando un desenvolvimiento en el diseño del presente estudio se consideraron datos similares de diferentes ensayos con el apoyo y asesoramiento de personal calificado y autorizado. Por otro lado, la parte de métodos actúa como un programa que consulta los libros especializados, indica los argumentos relevantes y finalmente los comprueba evaluando sus respectivos porcentajes de similitud mediante un software antiplagio.

## IV.- RESULTADOS

### 1. El diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

**Tabla 5.**

*Diseño de mezcla.*

Propiedades	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Tamaño máximo	-	3/8	3/4
Humedad natural	(%)	3.29	3.08
Peso específico	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.28	3.07
Absorción	(%)	2.67	0.40
Peso Unitario suelto	(kg/cm <sup>3</sup> )	8829	8455
Peso Unitario varillado	(kg/cm <sup>3</sup> )	9147	8826

**Nota:** Los análisis que se utilizó en la investigación.

En la **Tabla 5**; Todas las pruebas mostradas fueron desarrolladas en el laboratorio de INGEOLAB S.R.L ya que están mismas se detallan en las siguientes normas establecidas para el proceso del diseño : Norma ASTM D-2216 (humedad natural), Norma ASTM D 422 (el análisis de tamaño de partículas), Norma ASTM C - 127 (gravedad específica y tasa de absorción) Agregado Fino, Norma ASTM C-128 (Densidad del Agregado Grueso y Absorción de Agua), Norma ASTM C-29 (Peso Unitario Total), todos ellos se dan como resultado para el agregado fino obtenido de la cantera Mikimix donde se sacó todos los agregados, cual tuvo como contenido máximo de humedad natural de 3.29%, gravedad específica 3.28 gr/cm<sup>3</sup>, tasa de absorción 2.67%, peso unitario a granel 8829 kg/cm<sup>3</sup>, peso unitario de varilla 3/8 de 9147 kg/cm<sup>3</sup>, y el tamaño máximo obtenido del agregado grueso de cantera Mikimix es 3/4, la humedad natural es 3.08 %, la gravedad específica es 3,07 gr/cm<sup>3</sup>, la tasa de absorción es 0,40%, el peso unitario libre es 8455 kg/cm<sup>3</sup> y el peso unitario de la varilla es 8826 kg/cm<sup>3</sup>, lo que da buenos resultados en el diseño de proporciones de mezcla.

2. El análisis del diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce en 4% 6% y 8% para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

**Tabla 6.**

*Análisis del diseño de concreto de Patrón.*

<b>Concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> Patrón</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Cemento	386.82	21.23
Agua	187.72	10.30
Agregado fino	859.78	47.17
Agregado grueso	856.87	47.01
<b>Total</b>		<b>125.71</b>

**Nota:** Muestra del resultado del concreto en patrón.

En la **Tabla 6**; El peso de cada material utilizado es para 1m<sup>3</sup> de volumen de concreto estándar, es decir, la adición de polvo de silicio es del 0%; por lo que es un hormigón de alta resistencia con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con los materiales indicados en la tabla 6. Una mezcla útil de materiales. Nuevamente, estas escalas se basan en un tamaño de lote mínimo esperado de 30 L como se describe en la NTP.339.036, estableciendo que no deben producirse en cantidades menores a 0.028 M3 o 28 L.

**Tabla 7.**

*Análisis del diseño de concreto de 4% de microsílíce.*

<b>Concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> – Microsílíce 4%</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Cemento	386.82	21.23
Agua	187.72	18.70

Agregado fino	859.78	47.17
Agregado grueso	856.87	47.01
Microsílice Sika Fume	-	4.37
<b>Total</b>		<b>138.48</b>

**Nota:** Muestra del resultado del 4% de microsilíce.

En la **Tabla 7**; El peso de cada material utilizado es para 1 m<sup>3</sup> de volumen de concreto al que se le adiciona un 4% de polvo Sika; por lo tanto, es un hormigón de alta resistencia con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> elaborado con los materiales indicados en la tabla 7. Una útil combinación de materiales. Nuevamente, estas escalas se basan en un tamaño de lote mínimo esperado de 30 L como se describe en la NTP.339.036, estableciendo que no deben producirse en cantidades menores a 0.028 M<sup>3</sup> o 28 L.

**Tabla 8.**

*Análisis del diseño de concreto de 6% de microsilíce.*

<b>Concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> – Microsilíce 6%</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Cemento	386.82	21.23
Agua	187.72	18.70
Agregado fino	859.78	47.17
Agregado grueso	856.87	47.01
Microsílice Sika Fume	-	6.56
<b>Total</b>		<b>140.67</b>

**Nota:** Muestra del resultado del 6% de microsilíce.

En la **Tabla 8**; El peso de cada material utilizado es por 1 m<sup>3</sup> de volumen de concreto al que se le agrega un 6% de polvo Sika; por lo que es un hormigón de alta resistencia con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> elaborado con los materiales indicados en la tabla 8. Una mezcla útil de materiales. Nuevamente, estas escalas se basan en un tamaño de lote mínimo esperado de 30 L como se describe en la NTP.339.036,

estableciendo que no deben producirse en cantidades menores a 0.028 M3 o 28 L.

**Tabla 9.**

*Análisis del diseño de concreto de 8% de microsílíce.*

<b>Concreto f'c=210 kg/cm2 - Microsílíce 8%</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Cemento	386.82	21.23
Agua	187.72	18.70
Agregado fino	859.78	47.17
Agregado grueso	856.87	47.01
Microsílíce Sika Fume	-	8.74
<b>Total</b>		<b>142.85</b>

**Nota:** Muestra del resultado del 8% de microsílíce.

En la **Tabla 9**; se muestran todos los resultados de los materiales, con sus pesos específicos que fueron utilizados para volumen de 1 m3 de concreto con el 8% de adición de microsílíce; por ello, se trata de un concreto de muy alta resistencia cuya fuerza es de f'c=210 kg/cm2, el cual, es una mezcla trabajable es con el uso del agua, cemento y agregados grueso y fino. De tal manera, dichos pesos fueron proyectados para tandas mínimas de 30L en cumplimiento con lo descrito en la la norma establecida NTP.339.036, las misma que indica que no se deben preparar de menos de 0.028M3 o 28L.

Se realizo las propiedades físicas y químicas del microsílíce:

**Tabla 10.**

*Propiedades físicas del microsílíce.*

<b>Propiedad</b>	<b>Condición</b>	<b>Valor</b>	<b>Método</b>
Densidad	20 °C	aprox. 2.2 g/cm3	DIN 517557

Pérdida de peso	-	<2%	DIN EN ISO 3262-19
Índice de refracción	-	1.46	-
Contenido de SiO <sub>2</sub>	1000 °C   2h	> 99.8%	DIN EN ISO 3262-19
Densidad del grupo silanol	-	2 SiOH/nm <sup>2</sup>	-

**Nota:** Según ficha técnica del Sika Fume.

**Tabla 11.**

*Propiedades químicas del microsílíce.*

Propiedad	Condición	Valor	Método
Perdida de desecación	-	<1.5%	USP
Residuo del tamiz	-	<0.03%	DIN EN ISO 787-18
PH	40 g/l	3.8-4.3	DIN EN ISO 787-9
Apisonado	-	Aprox. 40g/l	DIN EN ISO 787-11
Superficie de apuestas		175-225 m <sup>2</sup> /g	DIN ISO 9277 DIN 66132
Contenido de arsénico	-	<3ppm	USP/AAS
Cloruro en contenido	-	<250ppm	EP
Contenido de silicona	-	>99.0 - 100.5 %	USP
Perdida de combustión	-	<2.0%	USP

**Nota:** Según ficha técnica del Sika Fume.

En las **Tablas 10 y 11**; se muestran las propiedades del microsílíce, el cual es aplicada y usada en todo tipo de construcción para la mejora de la durabilidad y resistencia, por lo que dicha empresa SIKA CENTER – COPROES SAC ofrece diferentes tipos de dióxido de silicio. Los estudios realizados en el aditivo microsílíce, los mismo que se pueden apreciar en las tablas las propiedades obtenidas como físicas y químicas, por lo que la densidad observada por el método DIN 54757 es de aproximada 2,2g/cm<sup>3</sup> y el contenido de sílice observado por el método DIN 54757 es casi el 100% del método DIN EN ISO 3262-19. Asimismo,

los valores de PH se dan en la tabla 3.8 – 4.3 según el método DIN EN ISO 787-9.

### 3. La resistencia a la compresión en el diseño del concreto $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días, para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

Primero se diseñó y elaboro una muestra de patrón de  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, ya que este es una resistencia típica en los pavimentos rígidos; luego se le incorporo 4%, 6% y 8% de microsílíce, construyendo probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud y posteriormente se hizo la rotura con una prensa a las 7, 14 y 28 días para obtener dichos valores de la resistencia a la compresión de cada uno de los testigos.

El cual se muestran los registros de las roturas de las briquetas a la compresión en las siguientes tablas.

#### Resistencia a la compresión del concreto Patrón:

**Tabla 12.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 7 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
Patrón	06/06/2023	13/06/2023	7	1	146.34
Patrón	06/06/2023	13/06/2023	7	2	150.41
Patrón	06/06/2023	13/06/2023	7	2	146.05
				<b>Promedio</b>	<b>147.60</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 7 días.

De acuerdo a la **Tabla 12**; se muestran los valores alcanzados en la resistencia la compresión de las 3 probetas de concreto  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 7 primero días, donde el resultado promedio de la resistencia fue de 147.60 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que 1 probeta presento un tipo de falla y las otras 2 presentaron una falla de 2 (rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 13.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	1	169.31
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	2	172.76
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	3	173.67
				<b>Promedio</b>	<b>171.91</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días.

De acuerdo a la **Tabla 13**; visualiza el valor alcanzado a la resistencia de las 3 probetas mostradas del concreto f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura de 14 días, donde el resultado promedio de la resistencia fue de 171.91 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar las 3 probetas presentaron una falla de tipo 3 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 14.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de patrón a los 28 días.*

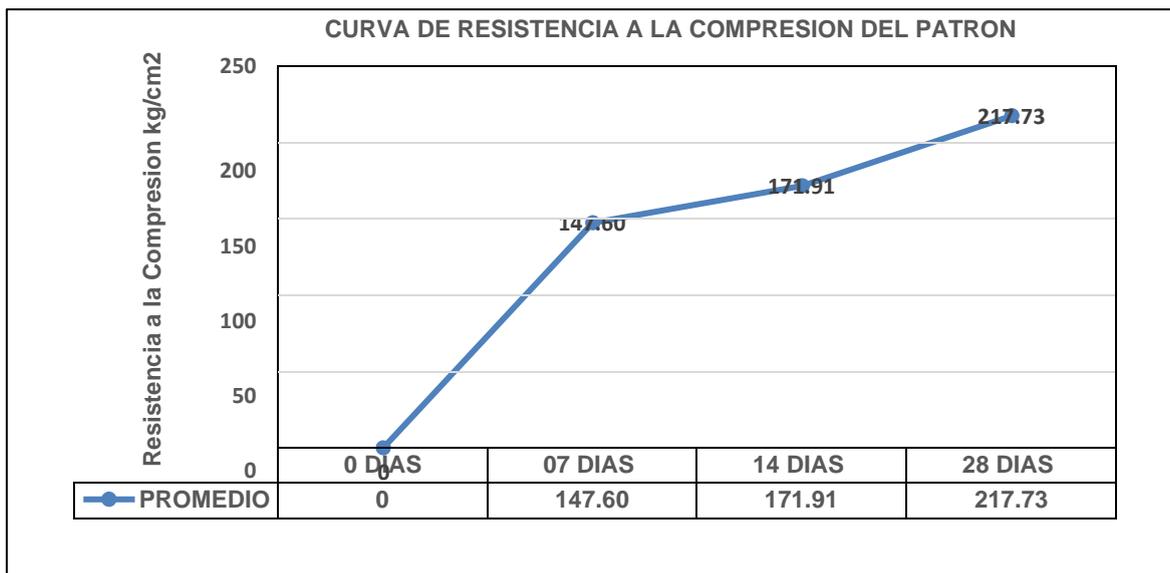
Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	3	219.62
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	3	216.62
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	3	216.96
				<b>Promedio</b>	<b>217.73</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 28 días.

De acuerdo a la **Tabla 14**; muestran el valor alcanzado a la resistencia de las 3 probetas de concreto f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde el resultado promedio de la resistencia fue de 217.73 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar las 3 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Figura 2.**

Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días del Patrón.



**Nota:** Curva comparativo del patrón

En la **Figura 2**, muestra el resultado promedio de las tablas N° 12, 13 y 14, el cual se puede evidenciar la presentación de la resistencia del promedio del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada. Dicha curva es proporcional a la que se genera un concreto normal.

**Resistencia a la compresión del concreto con 4% de microsílíce:**

**Tabla 15.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 7 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
4 % microsílíce	01/06/2023	08/06/2023	7	2	162.30
4 % microsílíce	01/06/2023	08/06/2023	7	5	159.86
4 % microsílíce	01/06/2023	08/06/2023	7	2	160.37
				<b>Promedio</b>	<b>160.84</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 7 días.

De acuerdo a la **Tabla 15**; muestra los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas del concreto, añadiendo un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura de 7 días, donde la resistencia promedio fue de 160.84 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe

resaltar que una probeta presento una falla tipo 5 (fallas o roturas de forma vertical), y las otras 2 presentaron una falla tipo 2 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 16.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	3	184.42
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	3	183.91
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	3	183.63
				<b>Promedio</b>	<b>183.98</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días.

De acuerdo a la **Tabla 16**; muestra los valores alcanzados a la compresión de las 3 probetas de concreto añadiendo, a un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura de 14 días, donde el resultado promedio de la resistencia fue de 183.98 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 3 probeta presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de forma vertical).

**Tabla 17.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 4% de microsílíce a los 28 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
4 % microsílíce	01/06/2023	29/06/2023	28	3	240.61
4 % microsílíce	01/06/2023	29/06/2023	28	3	243.78
4 % microsílíce	01/06/2023	29/06/2023	28	3	242.03
				<b>Promedio</b>	<b>242.14</b>

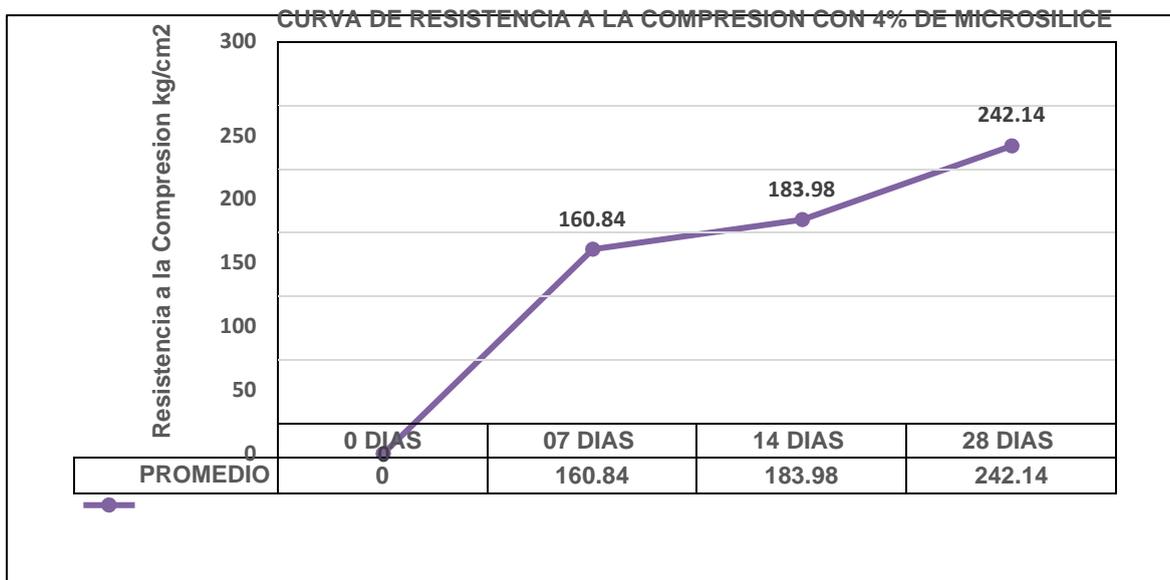
**Nota:** Muestra del promedio.

De acuerdo a la **Tabla 17**; se muestran los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto convencional, añadiendo un 4% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde el resultado promedio

de la resistencia fue de 242.14 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 3 probetas presentaron una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Figura 3.**

Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 4% con adición de microsílíce.



**Nota:** Curva comparativo del promedio con 4% de microsílíce.

En la **Figura 3** muestra el resultado promedio de las tablas N° 15, 16 y 17, el cual se puede evidenciar la presentación de la resistencia del promedio obtenido al 4% de adición de microsílíce a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada. Dicha curva es proporcional a la que se genera un concreto normal.

**Resistencia a la compresión del concreto con 6% de microsílíce:**

**Tabla 18.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsílíce a los 7 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
6% microsílíce	03/06/2023	10/06/2023	7	4	154.03
6% microsílíce	03/06/2023	10/06/2023	7	4	158.28
6% microsílíce	03/06/2023	10/06/2023	7	3	153.52

<b>Promedio</b>	<b>155.28</b>
-----------------	---------------

**Nota:** Muestra del promedio a los 7 días.

De acuerdo a la **Tabla 18**; muestra los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto, añadiendo un 6% de microsilíce, anteriormente destinadas para la rotura de 7 días, donde el resultado promedio de la resistencia fue de 155.28 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presento una falla tipo 3 (fallas o roturas de forma vertical), y las otras 2 presentaron una falla tipo 4 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 19.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsilíce a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
6% microsilíce	03/06/2023	17/06/2023	14	4	180.06
6% microsilíce	03/06/2023	17/06/2023	14	3	178.59
6% microsilíce	03/06/2023	17/06/2023	14	3	178.25
				<b>Promedio</b>	<b>178.97</b>

**Nota:** Muestra promedio.

De acuerdo a la **Tabla 19**; se muestra los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto, añadiendo un 6% de microsilíce, anteriormente destinadas para la rotura de 14 días, donde la resistencia promedio fue de 178.97 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presento una falla tipo 4 (fallas o roturas de forma vertical), y las otras 2 presentaron una falla tipo 3 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 20.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 6% de microsilíce a los 28 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
6% microsilíce	03/06/2023	01/07/2023	28	2	223.86
6% microsilíce	03/06/2023	01/07/2023	28	3	215.26

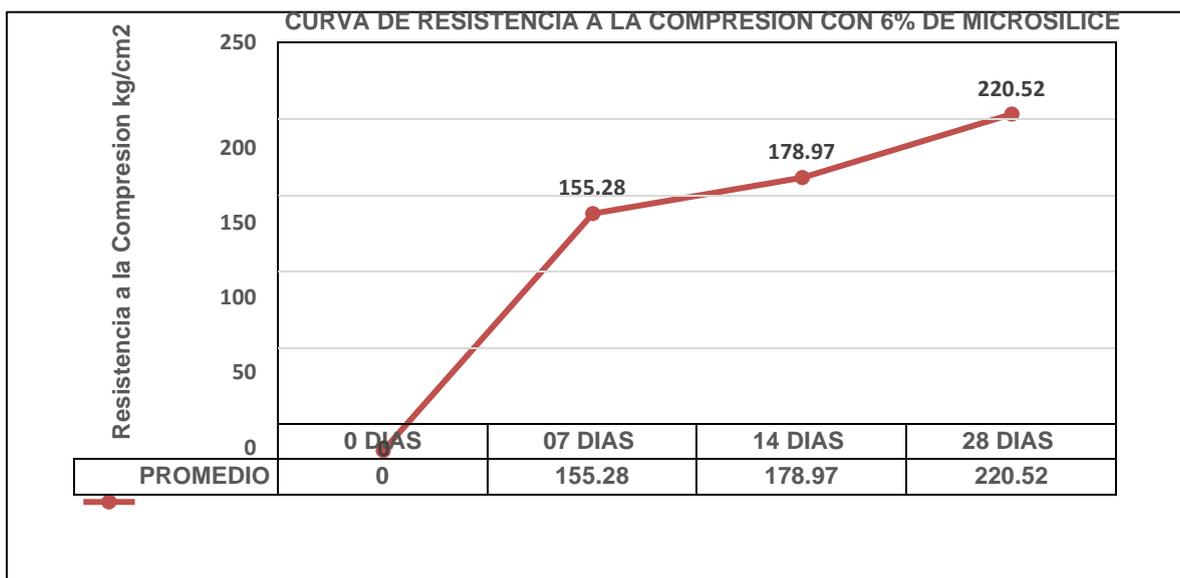
6% microsílíce	03/06/2023	01/07/2023	28	2	222.45
				<b>Promedio</b>	<b>220.52</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días.

De acuerdo a la **Tabla 20**; muestran los resultados promedios alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de un concreto añadiendo, un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde la resistencia promedio fue de 220.52 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas presentaron una falla tipo 2 (falla o rotura en forma de cono en el inferior de las probetas y fisuras verticales encima del cono), y una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Figura 4.**

*Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 6% con adición de microsílíce.*



**Nota:** Curva comparativo del promedio con 6% de microsílíce.

En la **Figura 4** muestra el resultado promedio de las tablas N° 18, 19 y 20, el cual se puede evidenciar la presentación de la resistencia del promedio obtenidas a un 6% de adición de microsílíce a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada. Dicha curva es proporcional a la que se genera un concreto normal.

### Resistencia a la compresión del concreto con 8% de microsílíce:

**Tabla 21.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 7 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
8% microsílíce	05/06/2023	12/06/2023	7	3	150.24
8% microsílíce	05/06/2023	12/06/2023	7	5	147.81
8% microsílíce	05/06/2023	12/06/2023	7	5	145.32
				<b>Promedio</b>	<b>147.79</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 7 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 21**; se muestra los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto añadiendo, un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura de 7 días, donde la resistencia promedio fue de 147.79 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presento una falla tipo 3 (fallas o roturas de forma vertical), y las otras 2 presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 22.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
8% microsílíce	05/06/2023	19/06/2023	14	4	173.39
8% microsílíce	05/06/2023	19/06/2023	14	5	172.88
8% microsílíce	05/06/2023	19/06/2023	14	5	172.37
				<b>Promedio</b>	<b>172.88</b>

**Nota:** Muestra del promedio.

De acuerdo a la **Tabla 22**; se muestra los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto añadiendo, un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura de 14 días, donde la resistencia promedio fue de 172.88 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que una probeta presento una falla tipo 4 (fallas o roturas de

forma vertical), y las otras 2 presentaron una falla tipo 5 (falla o rotura en uno de los lados de la probeta).

**Tabla 23.**

*Registro de la resistencia a la compresión de la muestra de 8% de microsílíce a los 28 días.*

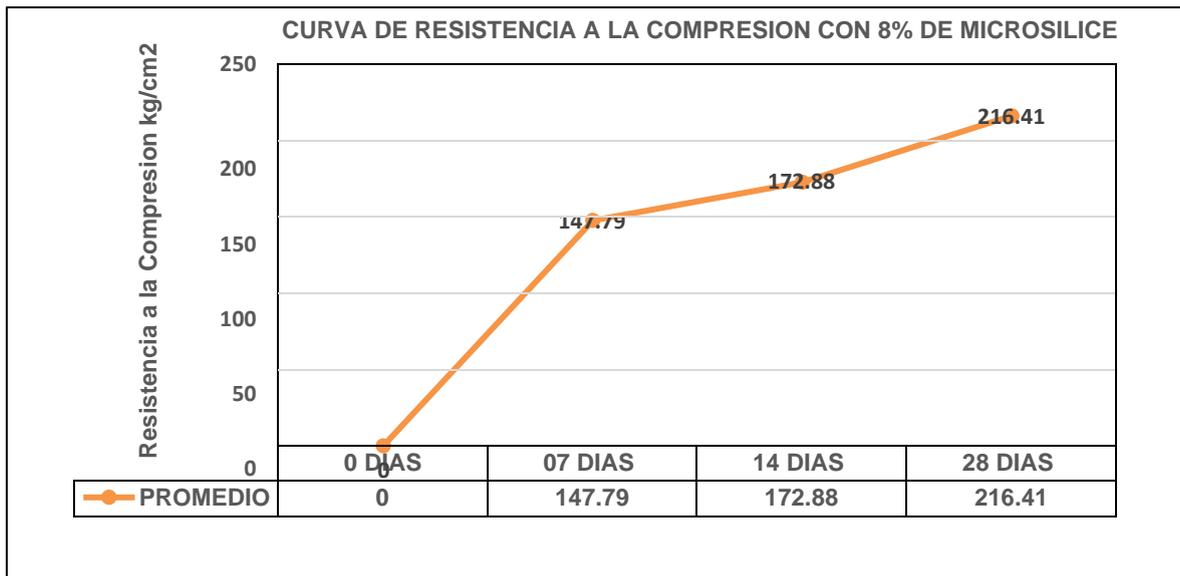
Testigo	Fecha		Edad	Tipo de falla	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
8% microsílíce	05/06/2023	03/07/2023	28	2	216.96
8% microsílíce	05/06/2023	03/07/2023	28	3	215.77
8% microsílíce	05/06/2023	03/07/2023	28	2	216.51
<b>Promedio</b>					<b>216.41</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 28 días.

De acuerdo a la **Tabla 23**; muestran los valores alcanzados a la resistencia de las 3 probetas de concreto añadiendo, a un 8% de microsílíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde la resistencia promedio fue de 216.41 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que las 2 probetas presentaron una falla tipo 2 (falla o rotura en forma de cono en el inferior de las probetas y fisuras verticales encima del cono), y una probeta presentó una falla tipo 3 (fallas o roturas de formas verticales).

**Figura 5.**

*Curva de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días con 8% con adición de microsílíce.*



**Nota:** Curva comparativo del promedio con 8% de microsílíce.

En la **Figura 5** se muestra los resultados promedios de las tablas N° 21, 22 y 23, el cual se puede hacer la evidencia de lo obtenido en las barras y resultados promedio obtenidas al 8% de adición de microsílíce a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada. Dicha curva es proporcional a la que se genera un concreto normal.

### Resultados a la Compresión:

**Tabla 24.**

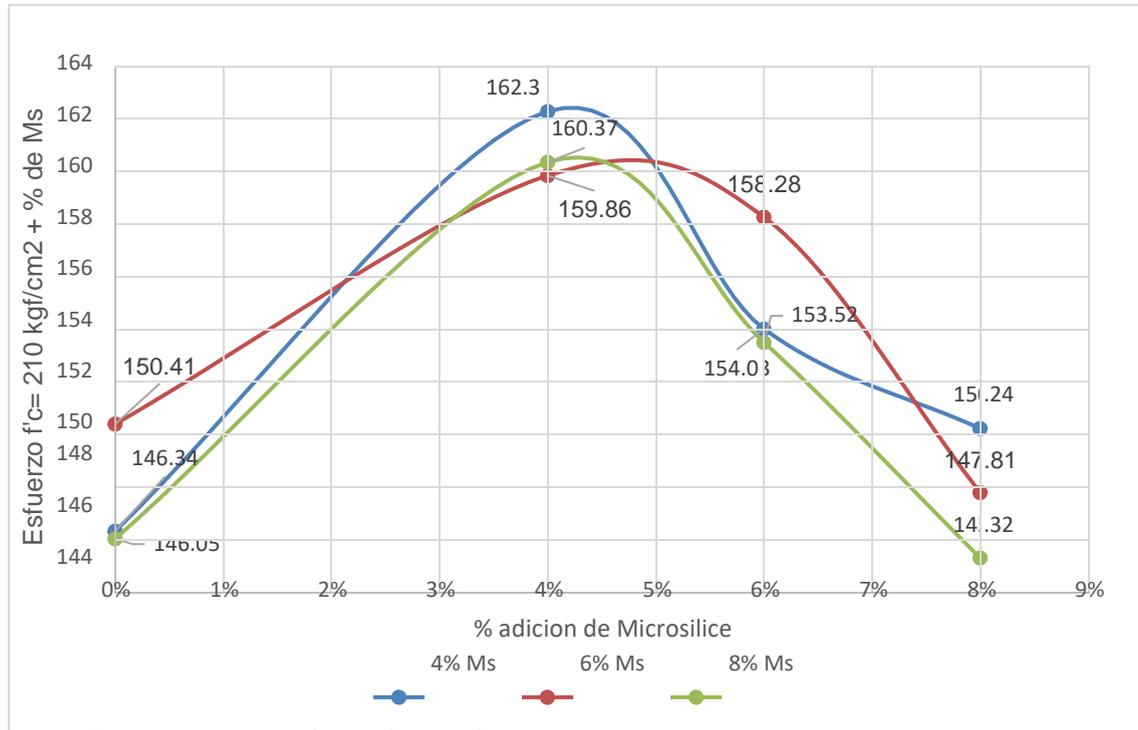
*Cuadro de resultados a los 7 días de curado.*

<b>7 DIAS</b>				
<b>Adición de % Ms</b>				
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>
	146.34	162.3	154.03	150.24
	150.41	159.86	158.28	147.81
	146.05	160.37	153.52	145.32
<b>Promedio f'c=</b>	<b>147.60</b>	<b>160.84</b>	<b>155.28</b>	<b>147.79</b>

**Nota:** Muestra de los resultados.

**Figura 6.**

Curva de resistencia a la compresión a los 7 días de curado.



**Nota:** Curva comparativo a los 7 días.

**Tabla 25.**

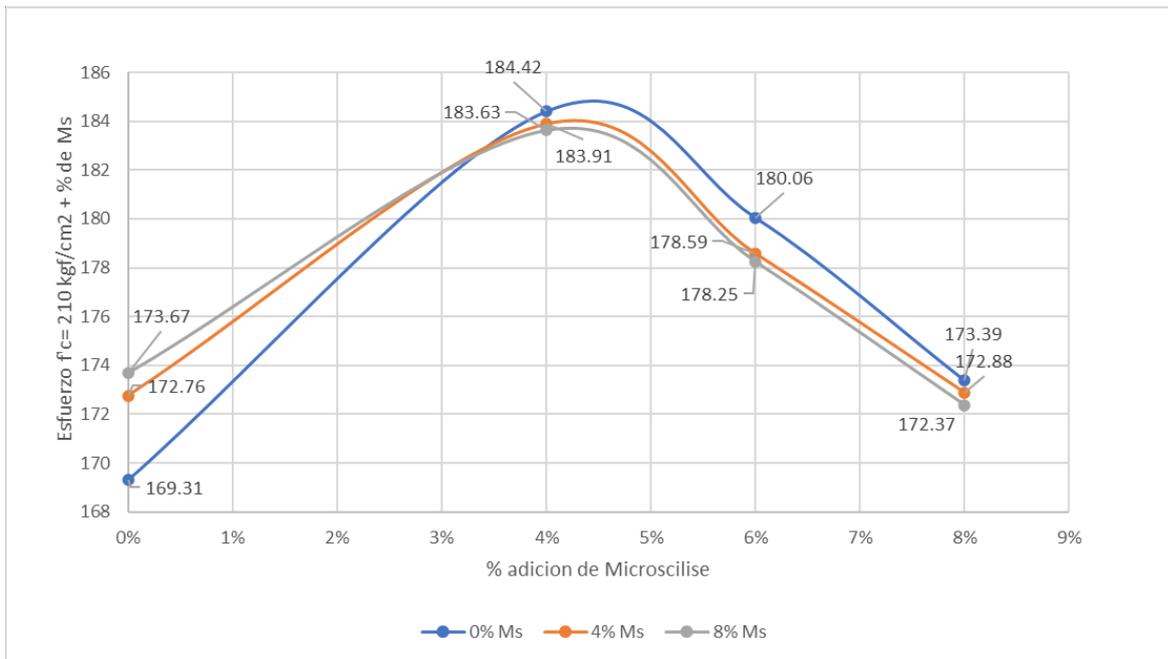
Cuadro de resultados a los 14 días de curado.

	14 DIAS			
	Adición de % Ms			
	0%	4%	6%	8%
	169.31	184.42	180.06	173.39
	172.76	183.91	178.59	172.88
	173.67	183.63	178.25	172.37
<b>Promedio f'c=</b>	<b>171.91</b>	<b>183.99</b>	<b>178.97</b>	<b>172.88</b>

**Nota:** Muestra de los resultados.

**Figura 7.**

Curva de resistencia a la compresión a los 14 días de curado.



**Nota:** Curva comparativo.

**Tabla 26.**

*Cuadro de resultados a los 28 días de curado.*

<b>28 DIAS</b>				
<b>Adición de % Ms</b>				
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>
	219.62	240.61	223.86	216.96
	216.62	243.78	215.26	215.77
	216.96	242.03	222.45	216.51
<b>Promedio f'c=</b>	<b>217.73</b>	<b>242.14</b>	<b>220.52</b>	<b>216.41</b>

**Nota:** Muestra de los resultados de los porcentajes a los 28 días.

**Tabla 27.**

*Resumen de los registros de la rotura de los testigos a la compresión.*

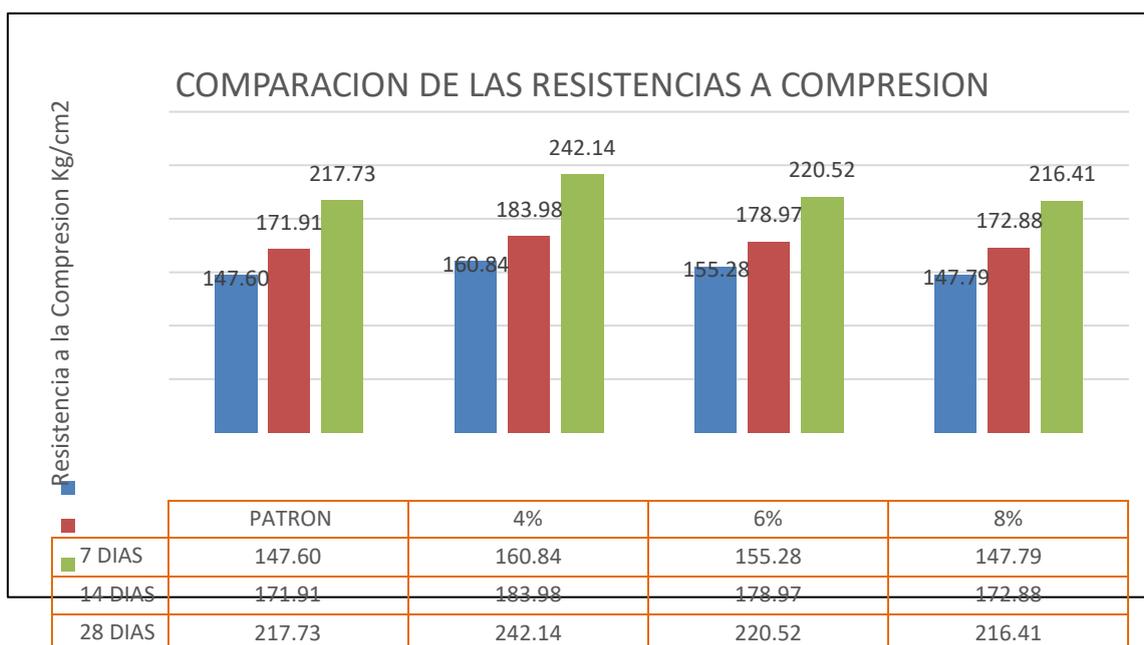
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>7 DIAS</b>	<b>14 DIAS</b>	<b>28 DIAS</b>
<b>PATRON</b>	147.60	171.91	217.73
<b>4%</b>	160.84	183.98	242.14
<b>6%</b>	155.28	178.97	220.52
<b>8%</b>	147.79	172.88	216.41

**Nota:** Muestra obtenidos.

En la **Tabla 27**; se observa que la muestra del patrón al día 28 con un porcentaje de 4% de microsílíce alcanza a una muy buena compresión de 242.14 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra donde se añadió un 8% de microsílíce logra obtener una resistencia de 216.41 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 13.46% a la muestra patrón; observando que este último alcanzó una resistencia superior de compresión a la comparación con los otros testigos.

**Figura 8.**

*Comparación de las resistencias a la compresión de los testigos.*



**Nota:** Resultados comparativos en barras.

En la **Figura 8**, se visualiza las comparaciones de todas las resistencias obtenidas a la compresión, se presenta la resistencia alcanzada a los 7 ,14 y 28 días de la muestra del Patrón añadiéndole el 4%, 6% y 8% de microsílíce.

**4. La resistencia a la flexión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4% y 8% a edades de 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.**

Primeramente, se diseñó y se elaboró una muestra del patrón con  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, ya que este es una resistencia típica utilizados en los pavimentos rígidos. Luego se le incorporo 4% y 8% del aditivo el microsílíce, construyendo prismas de

concreto de 15 cm de profundidad y ancho; y 45 cm de longitud y posteriormente se hizo la rotura con una prensa a los 14 y 28 días para lograr obtener los valores de la flexión para cada uno de los testigos.

Por lo que a continuación se muestran los registros de las roturas de prismas a flexión.

### Resistencia a flexión del concreto Patrón:

**Tabla 28.**

*Registro de la resistencia a flexión de la muestra de patrón a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	Tercio central	29.21
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	Tercio central	29.34
Patrón	06/06/2023	20/06/2023	14	Tercio central	29.70
<b>Promedio</b>					<b>29.42</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 28**; se muestran los valores alcanzados a la flexión de los 3 prismas de concreto convencional, f'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días, el cual, la flexión promedio fue de 29.42 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 29.**

*Registro de la resistencia a flexión de la muestra de patrón a los 28 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	Tercio central	31.81
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	Tercio central	32.12
Patrón	06/06/2023	04/07/2023	28	Tercio central	31.18
<b>Promedio</b>					<b>31.70</b>

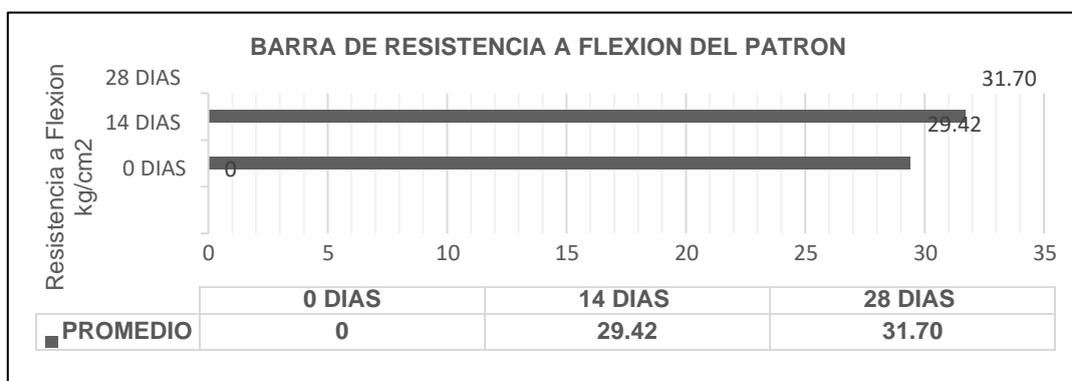
**Nota:** Muestra del promedio a los 28 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 29**; se muestran los valores alcanzados a la flexión de los 3

prismas de concreto convencional,  $f'c$  de 210kg/cm<sup>2</sup>, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde el resultado de la flexión promedio fue de 31.70 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Figura 9.**

*Barra de resistencia a flexión a los 14 y 28 días de Patrón.*



**Nota:** Barra comparativo del promedio del Patrón.

En la **Figura 9** se obtienen los resultados promedios de las tablas N° 25 y 26, el cual se puede evidenciar la representación de la flexión promedio obtenidas del Patrón a los 14 y 28 días, el que tiene mayor resistencia con un valor de 31.70 Kg/cm<sup>2</sup> la cual tiene una pendiente más pronunciada. Siendo este aumento de resistencia a flexión considerable y estando dentro de lo normal.

#### **Resistencia a flexión del concreto Patrón añadiéndole 4% de microsílíce:**

**Tabla 30.**

*Registro de la resistencia a la flexión a la muestra de 4% de microsílíce a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	Tercio central	32.46
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	Tercio central	32.50
4 % microsílíce	01/06/2023	15/06/2023	14	Tercio central	32.88
				<b>Promedio</b>	<b>32.61</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 30**; se muestran los valores alcanzados a la flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsilíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días, donde que el resultado de la flexión promedio fue de 32.61 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 31.**

*Registro de la resistencia a la flexión a la muestra de 4% de microsilíce a los 28 días.*

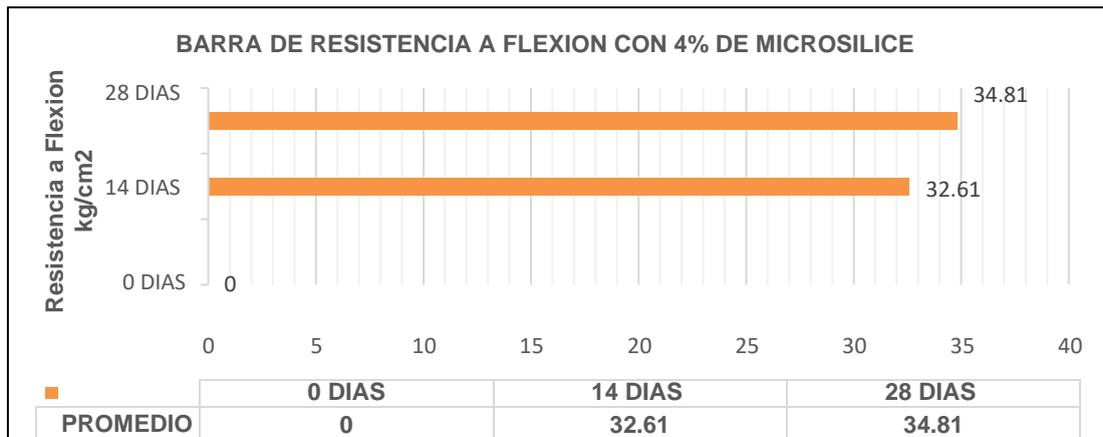
Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
4 % microsilíce	01/06/2023	29/06/2023	28	Tercio central	33.99
4 % microsilíce	01/06/2023	29/06/2023	28	Tercio central	35.11
4 % microsilíce	01/06/2023	29/06/2023	28	Tercio central	35.32
<b>Promedio</b>					<b>34.81</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 28 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 31**; se visualiza los valores alcanzados a la flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 4% de microsilíce, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde el resultado a la flexión promedio fue de 34.81 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Figura 10.**

*Barra de resistencia a la flexión a los 14 y 28 días con 4% con microsilíce.*



**Nota:** Barra comparativo del promedio con 4% de microsilíce.

En la **Figura 10** se muestra el resultado del promedio de las tablas N° 27 y 28, el cual se puede evidenciar la representación de la flexión promedio obtenida del Patrón a los 14 y 28 días, el que tiene mayor resistencia con un valor de 34.81 Kg/cm<sup>2</sup>; este añadiendo el 4% de adición de microsilíce la cual tiene una pendiente más pronunciada. Siendo este aumento de resistencia a flexión considerable y estando dentro de lo normal.

**Resistencia a flexión del concreto Patrón añadiéndole 8% de microsilíce:**

**Tabla 32.**

*Registro de la resistencia a la flexión a la muestra de 8% de microsilíce a los 14 días.*

Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
8 % microsilíce	05/06/2023	19/06/2023	14	Tercio central	30.98
8 % microsilíce	05/06/2023	19/06/2023	14	Tercio central	31.67
8 % microsilíce	05/06/2023	19/06/2023	14	Tercio central	30.81
				<b>Promedio</b>	<b>31.15</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 14 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 32**; se visualiza los valores alcanzados a la resistencia a flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de

microsílice, anteriormente destinadas para la rotura en los 14 días, donde la flexión promedio fue de 31.15 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Tabla 33.**

*Registro de la resistencia a la flexión a la muestra de 8% de microsílice a los 28 días.*

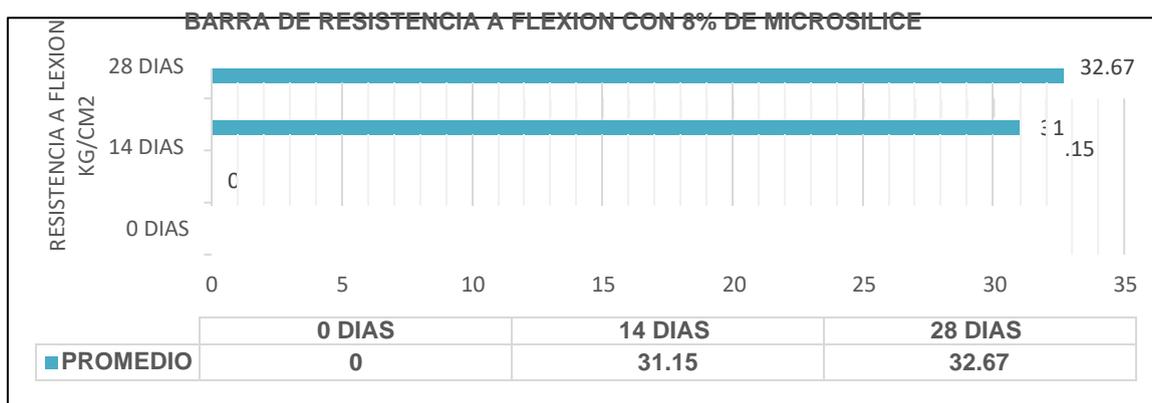
Testigo	Fecha		Edad	Ubicación de falla	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Vaciado	Rotura			
8 % microsílice	05/06/2023	03/06/2023	28	Tercio central	32.61
8 % microsílice	05/06/2023	03/06/2023	28	Tercio central	32.88
8 % microsílice	05/06/2023	03/06/2023	28	Tercio central	32.53
<b>Promedio</b>					<b>32.67</b>

**Nota:** Muestra del promedio a los 28 días de curado.

De acuerdo a la **Tabla 33**; se visualiza los valores alcanzados a la flexión de los 3 prismas de concreto convencional, añadiéndole un 8% de microsílice, anteriormente destinadas para la rotura en los 28 días, donde el resultado de la resistencia a flexión promedio fue de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar los 3 prismas presentaron la falla en el tercio central.

**Figura 11.**

Barra de resistencia a la flexión a los 14 y 28 días de 8% con microsílice.



**Nota:** Barra comparativo del promedio con 8% de microsílice.

En la **Figura 11** se muestra del resultado promedios de las tablas N° 29 y 30, el cual se puede evidenciar la representación de la flexión promedio obtenidas del Patrón a los 14 y 28 días, el que tiene mayor resistencia con un valor de 32.67 Kg/cm<sup>2</sup>; este añadiendo el 8% de adición de microsilíce la cual tiene una pendiente más pronunciada. Siendo este aumento de la flexión considerable y estando dentro de lo normal. Concluyendo que al añadir en un 4% de microsilíce y en un curado de 28 días nos da una resistencia a flexión de mayor consideración.

### Resultados a Flexión:

**Tabla 34.**

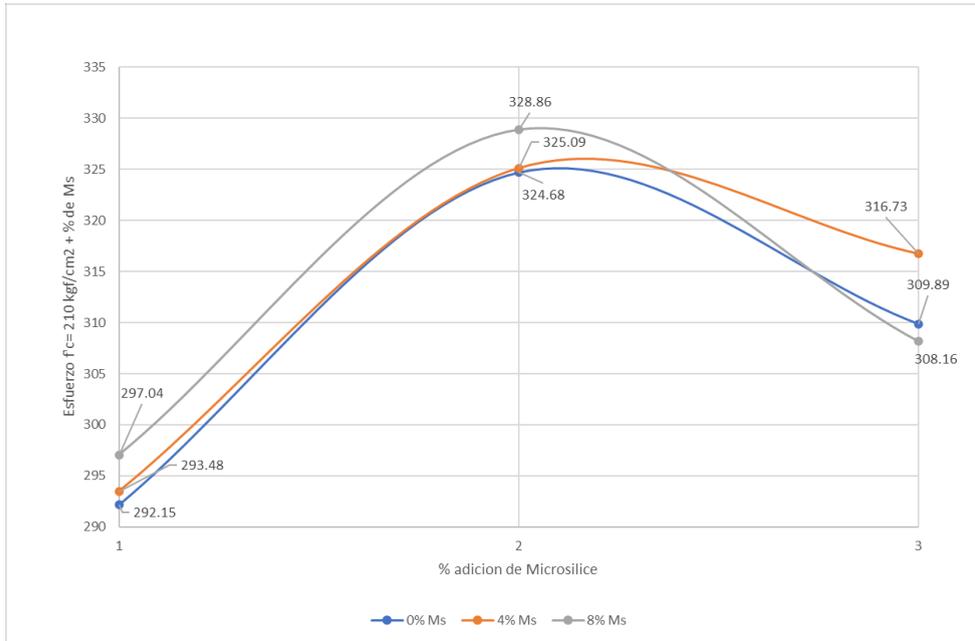
*Cuadro de resultados a los 14 días de curado.*

	<b>14 DIAS</b>		
	<b>Adición de % Ms</b>		
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>
	292.15	324.68	309.89
	293.48	325.09	316.73
	297.04	328.86	308.16
<b>Promedio f'c=</b>	<b>294.22</b>	<b>326.21</b>	<b>311.59</b>

**Nota:** Muestra de los resultados.

**Figura 12.**

Curva de resistencia a la flexión a los 14 días de curado.



**Nota:** Muestra de los resultados.

**Tabla 35.**

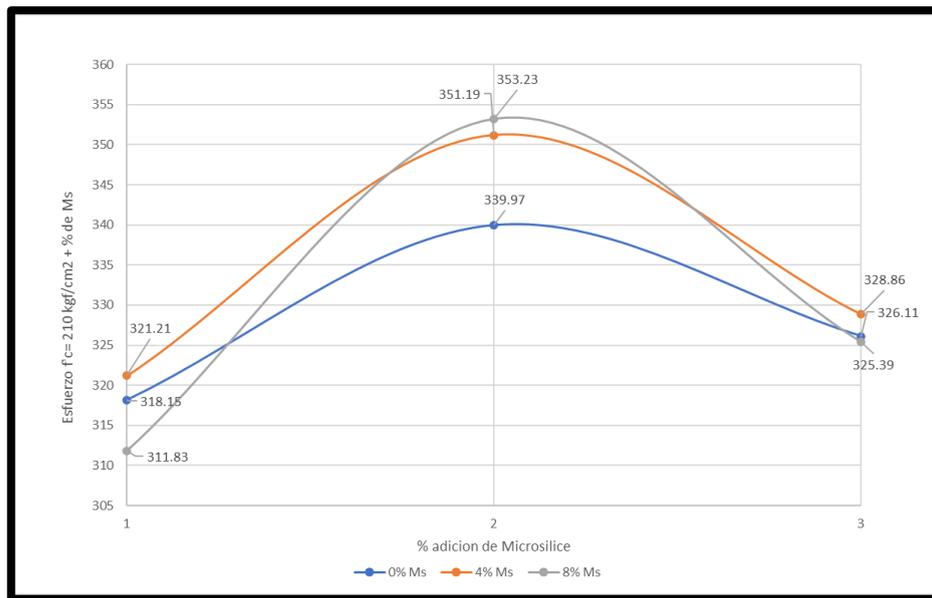
*Curva de resistencia a la flexión a los 28 días de curado.*

<b>28 DIAS</b>		
<b>Adición de % Ms</b>		
<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>
318.15	339.97	326.11
321.21	351.19	328.86
311.83	353.23	325.39
<b>Promedio f'c= 317.06</b>	<b>348.13</b>	<b>326.79</b>

**Nota:** Muestra de los resultados.

**Figura 13.**

*Curva de resistencia a la flexión a los 28 días de curado.*



**Nota:** Muestra de los resultados.

**Tabla 36.**

*Resumen de los registros de la rotura de los testigos a flexión.*

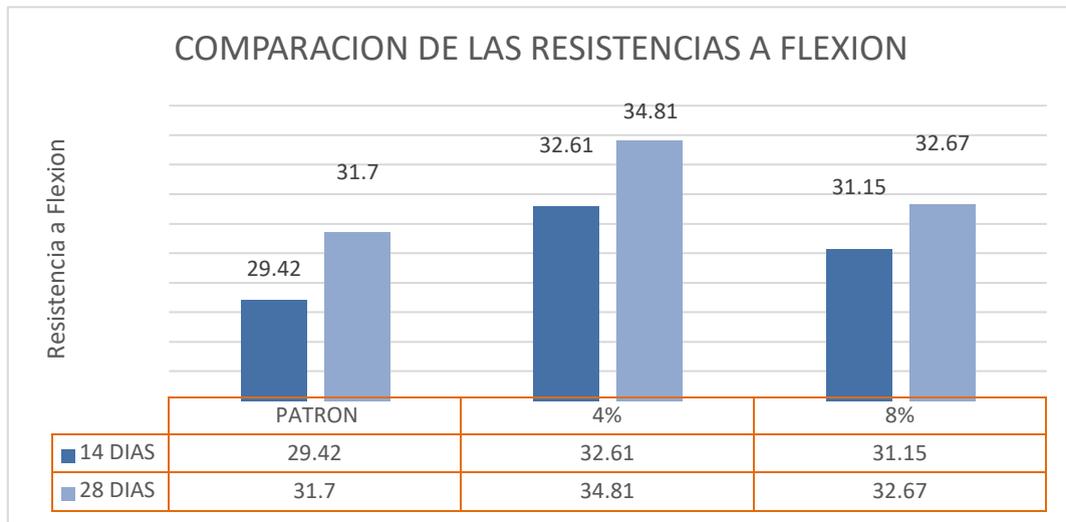
RESISTENCIA A FLEXIÓN		
TIEMPO	14 DIAS	28 DIAS
PATRON	29.42	31.70
4%	32.61	34.81
8%	31.15	32.67

**Nota:** Muestra de los resultados.

En la **Tabla 36**; se observa que la muestra patrón a los 28 días, logra una flexión de 31.70 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la muestra donde se añadió un 4% de adición de microsilíce para logra una resistencia de 34.81 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 8.02% respecto a la muestra patrón; y a la que se añadió un 8% de microsilíce alcanzó una resistencia de 32.67 kg/cm<sup>2</sup>, logrando incrementar la resistencia en un 4.06% respecto a la muestra patrón; observando que este último alcanzo una resistencia superior de flexión a comparación con los otros testigos.

**Figura 14.**

*Comparación de las resistencias a flexión de las muestras.*



**Nota:** Resultados comparativos en barras.

En la **Figura 14**, se puede observar que las resistencias a la flexión añadiéndole 4% de microsílíce a los 28 días de curado es de 34.81 kg/cm<sup>2</sup> el cual obtenido por la muestra patrón; el aumento de resistencia a flexión añadiéndole 8% de microsílíce a los 28 días es 32.67 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra patrón; concluyendo que añadiéndole el 4% de adición de microsílíce a los 28 días, el cual, tenemos una mayor flexión para un concreto de buen uso.

## V.- DISCUSIÓN

En la **Tabla 5**; el diseño de mezclas de los concretos en  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce para mejorar la resistencia a la compresión, se realizó en el laboratorio de INGEOLAB.S.R. L se hizo el diseño de la mezcla de concreto con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con una adición de microsílíce para aumentar la resistencia a la compresión. Considerándose los estándares relevantes para respaldar su investigación según normas: Norma ASTM D-2016 (humedad natural), Norma ASTM D 422 (análisis del tamaño de partículas), Norma ASTM C – 127 (gravedad específica y absorción de finos), Norma ASTM C – 128 (gravedad específica) y grueso. absorción de agregados, Norma ASTM C 29 (unidades de masa de agregados). El árido fino obtenido de la cantera Mikimix nos dio un tamaño máximo de 3/8, con un contenido de humedad natural del 3,29%, el peso específico de 3,28 gr/cm<sup>3</sup>, la absorción de agua del 2,67%, una densidad aparente de 8829 kg/cm<sup>3</sup>, y un peso unitario de barra de 9147 kg/cm<sup>3</sup>. Asimismo, el árido grueso obtenido de la cantera Mikimix tiene un tamaño máximo de partícula de 3/4, con un contenido de humedad natural de 3,08%, un peso específico de 3,07 gr/cm<sup>3</sup>, una absorción de agua de 0,40% y un peso aparente de 8455 kg. /cm<sup>3</sup>. El peso unitario de la varilla es 8826 kg/cm<sup>3</sup>. Según TERREROS, Luis (2016), todos los agregados utilizados en este diseño de mezclas se dar cumplimiento con ciertos estándares de calidad y cumplir con ciertos estándares de calidad para optimizar mejor los materiales agregados. La densidad del agregado fino es 2430 kg/m<sup>3</sup>, la densidad seca es 1322,7 kg/m<sup>3</sup>, la densidad compactada es 1596 kg/m<sup>3</sup>, la humedad natural es 4,53% y la tasa de absorción de agua es 6,38%. Para el agregado grueso, el tamaño máximo retenido en la malla de 3/4" se logró con una densidad aparente seca de 2520 kg/m<sup>3</sup>, una densidad aparente seca de 1281.1 kg/m<sup>3</sup>, una densidad aparente seca compactada de 1453 kg/m<sup>3</sup> y una humedad natural del 1,03% La tasa de absorción es del 1,09%. Se concluyó que las condiciones de todos los agregados en ambos estudios permitieron una buena mezcla del concreto de diseño determinado en cada ensayo.

En la **Tabla 6, 7 y 8**; el análisis del diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce en los porcentajes de 4% 6% y 8% para mejorar la compresión; concordando este con Cerna (2022), Se hicieron mezclas con diferentes

proporciones de microsílíce Sika Fume para cada tipo de los concretos, utilizando cada producto. Se planificaron las preparaciones en lotes para obtener el promedio específico de probetas y vigas requeridas para cada concreto.

En la **Tabla 9 al 20 y Figura 8**; la compresión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días, para mejorar la compresión, el mismo que no concuerda con Chuzón (2020), el cual se religieron testigos de 15x30 para valorar la resistencia del concreto. Se obtuvo la nano sílice a través de distintas cotizaciones y ya lo tenemos junto con su ficha técnica, lo cual será clave para el diseño. Se hicieron 24 probetas de concreto: 6 con concreto patrón y 18 con nano sílice en porcentajes de 1%, 3% y 5%. Se analizaron a los 7, 14 y 28 días, lo cual en el resultado de la tabla N° 515 con un con 4%, de microsílíce tiene un promedio de resistencia de 183.98 en solo 14 días de curado, 6% de microsílíce tiene un promedio de resistencia de 178.97 en 14 días de curado y de 8% de microsílíce tiene un promedio de resistencia 172.88 en 14 días de curado; dando como conclusión que la mejor resistencia que se ha tenido es de 4% de microsílíce en 14 días.

La flexión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días para mejorar la compresión, Andahuaylas, 2023. Este discrepando con Cajavilca (2022), cual menciona el trabajo de investigación, cual se realizó para poder determinar la diferencia entre las propiedades mecánicas en el estado fresco como también endurecido, con la finalidad de poder obtener la cantidad optima necesaria de adición de microsílíce en polvo, sea beneficioso o no el porcentaje; dando un rendimiento para permitir la edición de 6% de polvo de microsílíce para optimizarlas propiedades mecánicas de las resistencias (compresión y flexión) de modo que la resistencia máxima pueda alcanzarse a una presión de 175 kg/cm<sup>2</sup> desde 188.28 kg/cm<sup>2</sup>; de 210 a 210 pulgadas de 28 días kg/cm<sup>2</sup> a 228,49 kg/cm<sup>2</sup> de 280 kg/cm<sup>2</sup> a 306, 58 kg/cm<sup>2</sup> y aumentar en 3% para optimizar las propiedades mecánicas de resistencia Contrariamente a nuestros resultados, se indica el porcentaje de resistencia máxima a la flexión del 4% de polvo de sílice después de 28 días de curado.

## VI.- CONCLUSIONES

1.- Mediante el diseño mencionado; se da como conclusión que a través del método A.C.I 211.1 basado estas en la norma ASTM C33 se determinó las cantidades prudentes que se requieren para los agregados como el cemento, agregado fino, agregado grueso y el agua, asimismo podemos indicar que la mezcla que se realizó dio un buen resultado en la obtención de los materiales de la cantera Mikimix.

2.- El análisis del diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce en 4% 6% y 8% el cual mejora la compresión, Andahuaylas, 2023. Se crearon mezclas de concreto con diferentes porcentajes de microsílíce (0%, 4%, 6% y 8%), basándose en las características de los agregados. Se planearon tandas suficientes para producir el número de probetas y vigas necesarias, siendo el volumen mínimo de cada lote de 28 litros, según la norma NPT.339.036. De tal manera podemos indicar que el análisis que se realizó a los aditivos del microsílíce dieron apto para un concreto merecedor para la obtención de una buena resistencia en la resistencia de concreto.

3.- Determinar cuál será la compresión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días, para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

Dando este como resultado que la resistencia a la compresión de una muestra de patrón con una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> este alcanzó a una muy buena resistencia de 217.73 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; el 4 % de microsílíce añadido, este dio como resultado a la compresión de 242.14 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, dando una comparación con el resultado final del patrón, asimismo, se hizo la comparación con el 6% de microsílíce, dando este un resultado de 220.52 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días, dando un resultado con el aditivo de 4% de microsílíce. Con 8% de microsílíce, el cual se logró una compresión de 216.41 kg/cm<sup>2</sup>, en 28 días, dado como resultado que el 4% de microsílíce tiene mucha más resistencia a compresión que en el 6% y 8% de aditivo de microsílíce.

**4.-** La flexión en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de microsílíce al 4% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.

Se encontró el influjo del contenido de microsílíce en la resistencia a la flexión en el concreto de alta resistencia; se tal manera se encontró que existe un atendencia proporcional obvia entre dos materiales multifuncionales, es decir, a medida que aumenta la cantidad del aditivo de microsílíce agregada al diseño de mezcla, el valor de módulo de ruptura también aumentará, por lo tanto, la edición de 4% después de días se suma a las propiedades anteriores, lo que significa que la resistencia a la flexión es más difícil.

## VII.- RECOMENDACIONES

- En esta presente investigación se recomienda que las pruebas se realicen estrictamente de acuerdo con las reglas de uso (estándares ASTM o NTP), ya que las pruebas unitarias son una característica esencial e importante para un diseño y/o reglamentaciones según lo establecido Norma ACI 211.1.
- Se recomienda dar continuidad con la investigación para el buen producto de resultados obtenidos de este estudio para reducir las principales relaciones en el diseño de mezclas, tales como: agua – cemento con una adición del 4%, 6% y 8% de microsilice para obtener resistencias obtenidas utilizando el proceso estadístico Buena calidad de resistencia.
- Se concluye y se recomienda la adición del 4% de microsilice en el curado de los 28 días dando este una buena resistencia a la compresión para poder perfeccionar todas las características de los resultados del hormigón a la compresión como flexión.
- Se aconseja a los alumnos de carreras afines de concreto no abandonar esta exploración ya que esta es importante para las generaciones futuras. La información recopilada puede beneficiar a la sociedad al mejorar el comportamiento de las estructuras y satisfacer las necesidades de la población.

## REFERENCIAS

- Achahuanco, Gary (2017) Optimización de concretos estructurales  $f_c=2101\text{kg/cm}^2$  y  $f_c=2801\text{kg/cm}^2$ , sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad de Cusco, 2017.
- Albano, Carmen (2018) Propiedades de concreto a base de cemento portland con residuos de caucho a diferentes relaciones. *Revista de la facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 12 (18), pp. 97-113.
- Álvarez, Aldo (2020) Clasificación de las Investigaciones. *Revista información tecnológica*, 22 (16), pp. 26-30.
- Anicama, Lindsay (2020) Aplicación de aditivo microsílíce, y superplastificante para el diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, Lima, 2020 - Universidad Cesar Vallejos.
- Antillón, Oscar (2020) Propiedades de concreto y morteros calificados con nano materiales: estado de arte. *Revista Arquetipo de la Facultad de Arquitectura y Diseño*, 14(11), pp. 81-91.
- Aravena, E (2019) Análisis de las propiedades mecánicas del concreto  $210\text{kg/cm}^2$  con adición de limadura de hierro para viviendas, San Juan de Lurigancho, 2019.
- Arias, Jesús (2016) Metodología de Investigación. *Revista Ciencias de América Latina*, 63(2), pp. 201- 206.
- Arrieta, H (2019) Optimalización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional, pontificia - Universidad Católica del Perú - Facultad de ciencias y ingeniería.
- Argibay, Juan (2019) Muestra en investigación cuantitativa, subjetividad y procesos cognitivos.
- Caiza, Klever (2017) Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ( $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ ), hormigón con adición de microsílíce y

hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración “Jaime vaca” del cantón tena de la provincia del napo, Ecuador, 2017 - Universidad Técnica de Ambato.

Cajavilca, J (2022) Influencia de la adición de micrsolice en las propiedades físicas y mecánicas para mejorar el concreto, Juliaca - Puno.

Camac, W (2018) Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Huancayo – 2018- Universidad Peruana Los Andes.

Caballero, P (2021) La confiabilidad del instrumento de medición se puede determinar con diferentes técnicas. Revista Boliviana de física, 8(1), pp. 64-83.

Camarango, Y (2022) Diseño de concreto. Revista Ciencia e Ingeniería Andina, 27(1), pp. 91-109.

Cánova, Diego (2021) Propuesta de modificación al proceso convencional de diseños de mezcla de concreto en el LEMC – Universidad de Piura.

Castro, Magdalena (2021) Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos Biostatistics applied in clinical research: basic concepts. *Revista Médica Clínica las Condesas*, 30(1), pp. 50-55.

Castillón, Carlos (2015) Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de nanopartículas de sílice, México, 2015 - Universidad Autónoma de Nuevo León.

Cerna, J (2022) Influencia de la dosificación de microsílíce en el comportamiento térmico, resistencia a la compresión y flexión evaluados en concretos de alta resistencia, Trujillo 2022.

Cemex (2022) Resistencia. Blog CEMEX, [https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset\\_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados#:~:text=Los%20requerimientos%20para%20la%20resistencia,d e%2080%20MPa%20y%20superiores.](https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados#:~:text=Los%20requerimientos%20para%20la%20resistencia,d e%2080%20MPa%20y%20superiores.)

- Cesar, Q (2022) Validity and Reliability in Dental Research. *Revista Int. J. Odontostomat*, 8(1), pp. 69-75.
- Cortez, Liliana (2017) Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. *Revista Información Tecnológica*, 18 (29), pp. 45-50.
- Chávez, A (2019) Properties of modified Portland cement concrete with scrap rubber at different w/c ratios. *Revista Facultad Ingeniería*, 28(01), pp. 65-48.
- Denis, M (2021) Ingeniería de Investigación y Tecnología. *Revista Boliviana de Ingeniería*, 14 (2), pp. 285-298.
- Fernández, S (2023) Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas del concreto hecho con agregado de calizo triturado de alta absorción. *Revista Alcompat*, 6(6), pp. 235-237.
- Flores, P (2020) Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Perú - Universidad César Vallejo, 2020.
- García, Luis (2018) Concreto de alto desempeño usando hormigón adicionando microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo - Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018.
- Galindo María (2020) Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión - Universidad santo Tomás - facultad de ingeniería.
- Gutiérrez, R (2022) Adición de microsílíce en la resistencia del concreto en Trujillo, 2022.
- Hernández, Roberto (2019) Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL, 2019.
- Instituto Nacional de Calidad. 2018. CEMENTOS: Microsílíce utilizado en mezclas cementosas. requisitos. Norma Técnica Peruana NTP 334.087-2018. Lima - Perú: s.n., 2018.

- Jiménez, Roy (2022) Efecto de la incorporación de nanosilice para un concreto antideslave  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> aplicado a cimentaciones profundas con alto nivel freático - Universidad Peruana los Andes.
- Kosmatka, Steven (2004) Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Mexico: Portland Cement Association.
- López, T (2022) Utilizing Industrial Metal Wastes in One-Way Ribbed. *Blog virtual*.
- Lizarazo, Juan (2016) Efectos del curado en las propiedades de mezclas de concreto con altos contenidos de escorias de hierro. *Revista Información Tecnológica*, 27 (6), pp. 166-167.
- Mejía, Jesus (2022) Microsilice como adición del cemento para reducir la permeabilidad del concreto de alta resistencia - Universidad Ricardo Palma.
- Mendoza, Jimena (2018) Influencia del porcentaje, tipo y dosificación de microsilice en la resistencia a la compresión y capilaridad en morteros elaborados con cemento tipo V, Trujillo 2018 – Universidad Privada del Norte.
- Morataya, Carlos (2023) Concreto de alta resistencia, universidad de san Carlos de Guatemala – Facultad de Ingeniería escuela de Ingeniería Civil.
- NEILL, David (2018) Procesos y fundamentos de la investigación científica; Universidad Técnica de Machala. Machala : UTMACH, 2018.
- NTE 0.60. (2009). *Norma Técnica De Edificación 0.60 Concreto Armado*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Paredes, Alexis(2019) Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de vidrio reciclado molido - Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.
- Paye, S (2017) Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por Microsilice utilizando aditivo superplastificante en la region de Puno, Puno: s.n., 2017.

- Portugal, Pablo (2007) Tecnología del Concreto de Alto Desempeño, High Performance Concrete 2007.
- Quispe, A (2021) Relación de aditivo manosilice en la resistencia del concreto en la urbanización de chorrillos - ciudad de Huancayo, 2016 - Universidad Peruana de los Andes.
- Romero Andrés (2014) Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión - Universidad Santo Tomás - facultad de ingeniería.
- Sanes, Daniel (2017) Influencia de microfibras de polipropileno y microsílíce en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi - Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Sánchez, N (2021) El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de tena - Ambato, Ecuador.
- Soto, I y Ramalho A (2016) Use of residual powder obtained from organic waste to partially replace cement in concrete; *195, 2016, DYNA, Vol. 83, pp. 147-155. 0012-7353.*
- Scharager, Judith (2022) Metodología de la Investigación escuela de Psicología Pontificia - Universidad Católica de Chile Tamayo, G (2022) Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte revisitado. *Revista Alconpat, 6(1), pp. 64 – 83.*
- Terreros, L (2016) Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional, Bogotá, 2016 - Universidad Católica de Colombia.
- Toirac, José (2009) La resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. *Revista Ciencia y Sociedad, 35 (8), pp. 463-464.*
- Toledo, Neftalí (2020) Técnicas de Investigación Cualitativas y Cuantitativas – Universidad Autónoma del estado de México.

Vargas, Zoila (2009) La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 1(09), pp. 55-165.

Vega, Eric (2019) Evaluación experimental del uso de microsílíce para la elaboración de concreto de alta resistencia – Universidad de Piura.

Zorrilla, P (2020) Tecnología del Concreto de Alto Desempeño, High Performance Concrete.

Zúñiga, Mariela (2019) Influencia de adiciones de microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de arunta de la ciudad de Tacna - Universas Privada de Tacna.

# ANEXOS

## ANEXOS 1: panel de laboratorio



**INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.**  
 Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos en Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

---

**ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO**

**PROYECTO:** TESIS: DISEÑO DE CONCRETO FC-210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE MICROSLICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ANGANAHUAYLAS, 2023

**UBICACIÓN:** DISTRITO ANGANAHUAYLAS  
REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** ADOLFO MANTILLA RIVAS, FORDA ROMERO ANDRADE

**FECHA:** JUNIO 2023

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	4% 210 KG/CM2	01/06/2023	08/06/2023	7	28680	162.30	210	77
2	4% 210 KG/CM2	01/06/2023	08/06/2023	7	28250	159.86	210	76
3	4% 210 KG/CM2	01/06/2023	08/06/2023	7	28340	160.37	210	76
4	4% 210 KG/CM2	03/06/2023	10/06/2023	7	27220	154.03	210	73
5	4% 210 KG/CM2	03/06/2023	10/06/2023	7	27970	158.28	210	75
6	4% 210 KG/CM2	03/06/2023	10/06/2023	7	27130	153.52	210	73
7	4% 210 KG/CM2	05/06/2023	12/06/2023	7	26550	150.24	210	72
8	4% 210 KG/CM2	05/06/2023	12/06/2023	7	26120	147.81	210	70
9	4% 210 KG/CM2	03/06/2023	12/06/2023	7	25680	145.32	210	69
10	4% 210 KG/CM2	03/06/2023	13/06/2023	7	25860	146.34	210	70
11	4% 210 KG/CM2	06/06/2023	13/06/2023	7	26580	150.41	210	72
12	4% 210 KG/CM2	06/06/2023	13/06/2023	7	25810	146.05	210	70
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

**OBSERVACION :** LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

**RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS**





Ing. Guido Purján Cullipalapa  
CIP: 100-18  
Ingeniero P.E.

---

Oficina Laboratorio: Jr. Guillermo Cáceres Trujillo Nº 482 - P.O. 20577625693 - Cel: #981663344 / #912815242 e\_mail: [ingenieros@ingeocarsrl.com](mailto:ingenieros@ingeocarsrl.com)  
 Web: [www.ingeocarsrl.com](http://www.ingeocarsrl.com) - Arequipa - Perú



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

INGEOLAB S.R.L.

## ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**PROYECTO:** TESIS: DISEÑO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE MICROSILICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ANDAHUAYLAS, 2023

**UBICACIÓN:** DISTRITO ANDAHUAYLAS  
 REGIÓN APURÍMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INEGCAN

**SOLICITA:** ADOLFO MANTILLA RIVAS, FLORELA ROMERO ANDRAGO

**FECHA :** JUNIO 2023

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	AN 210 KG/CM2	01/06/2023	15/06/2023	14	32590	184.42	210	88
2	AN 210 KG/CM2	01/06/2023	15/06/2023	14	32500	183.91	210	88
3	AN 210 KG/CM2	01/06/2023	15/06/2023	14	32450	183.63	210	87
4	AN 210 KG/CM2	03/06/2023	17/06/2023	14	31870	180.06	210	86
5	AN 210 KG/CM2	03/06/2023	17/06/2023	14	31560	178.59	210	85
6	AN 210 KG/CM2	03/06/2023	17/06/2023	14	31500	178.25	210	85
7	AN 210 KG/CM2	05/06/2023	19/06/2023	14	30640	173.39	210	83
8	AN 210 KG/CM2	05/06/2023	19/06/2023	14	30550	172.88	210	82
9	AN 210 KG/CM2	05/06/2023	19/06/2023	14	30460	172.37	210	82
10	AN 210 KG/CM2	06/06/2023	20/06/2023	14	29920	169.31	210	81
11	AN 210 KG/CM2	06/06/2023	20/06/2023	14	30530	172.76	210	82
12	AN 210 KG/CM2	06/06/2023	20/06/2023	14	30630	173.67	210	83
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

OBSERVACION : LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA. QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS



INGEOLAB S.R.L.  
 Ing. Guido Porfirio Quiroga  
 C.M. 100076  
 Q. BARRIENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificios, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

INGEOLAB S.R.L.

## ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: DISEÑO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE MICROSILOE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION ANDA-MAYLAS, 2023
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO ANDAHEAYLAS REGION APURIMAC
<b>ESTRUCTURA:</b>	LAS QUE SE INDICAN
<b>SOLICITA:</b>	ADICIONAR LA RIMA, FLORELA ROVERO ANDRADE
<b>FECHA:</b>	JULIO 2023

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	18-210-400x40	01/06/2023	26/08/2023	28	42520	240.61	210	115
2	18-210-400x40	01/06/2023	26/08/2023	28	43080	243.78	210	115
3	18-210-400x40	01/06/2023	26/08/2023	28	42770	242.08	210	115
4	18-210-400x40	03/06/2023	04/07/2023	28	39560	223.85	210	107
5	18-210-400x40	03/06/2023	04/07/2023	28	38040	215.26	210	103
6	18-210-400x40	03/06/2023	04/07/2023	28	39940	222.45	210	106
7	18-210-400x40	05/08/2023	05/07/2023	28	38340	216.95	210	103
8	18-210-400x40	05/08/2023	05/07/2023	28	38150	215.77	210	103
9	18-210-400x40	05/08/2023	05/07/2023	28	38260	216.51	210	103
10	18-210-400x40	08/08/2023	04/07/2023	28	38810	219.62	210	105
11	18-210-400x40	08/08/2023	04/07/2023	28	38280	216.62	210	103
12	18-210-400x40	08/08/2023	04/07/2023	28	38340	216.95	210	103
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								

OBSERVACION : LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA. QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS



INGEOLAB S.R.L.  
  
 Gerente





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, mermas, canales de irrigación, etc), Geología, Sismos, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultas y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

INGEOCOR S.R.L.

## ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXIÓN NTP 339.078

TITULO:

UBICACIÓN:

CONSTRUCTORA:

SOLICITA:

FECHA:

N°	Descripción del elemento	MEDIDAS (mm)				FECHA		EDAD (DÍAS)	CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLDEO	ROTURA				
1	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	26/06/2023	28	26600	213.07	Centro
2	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	26/06/2023	28	26640	151.13	Centro
3	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	26/06/2023	28	26490	155.23	Centro
4	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	18/06/2023	28	24420	176.11	Centro
5	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	1/07/2023	28	26880	130.88	Centro
6	4% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	1/06/2023	1/07/2023	28	24420	126.86	Centro
7	0% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	6/06/2023	4/07/2023	28	23800	118.15	Centro
8	0% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	6/06/2023	4/07/2023	28	24300	121.21	Centro
9	0% 210 Kg/cm <sup>2</sup>	150.0	150.0	450	2.5	6/06/2023	4/07/2023	28	29190	111.84	Centro

INGE





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ARENA PARA CONCRETO

**TESIS:** DISEÑO DE CONCRETO Fc= 240 KG/Cm<sup>2</sup> CON ADICION DE MICROSIlice PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ANDAHUAYLAS, 2023

**CANTERA:** CANTERA NAVARRO

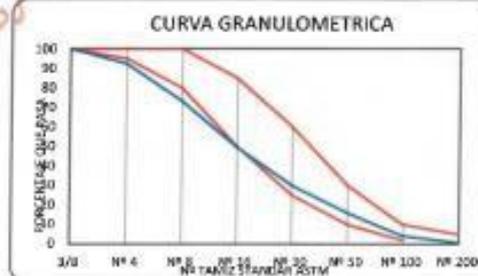
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** Bach. ADOLFO MANTILLA RIVAS, Bach. FIORELA ROMERO ANDRADA

**FECHA :** MAYO DEL 2023

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Modulo de flexion	(2.4-3.0)	3.35	
3/8	0	0	0	100	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	(2.4 - 2.5)	2.52	
Nº 4	128	8	8	92	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1300 - 1800)	1508	
Nº 8	319	19	27	73	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1400-1900)	1681	
Nº 16	399	24	51	49	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	3.29%	
Nº 30	323	19	70	30	6) (%) Absorcion	(0.2 - 4.0)	2.67%	
Nº 60	238	14	84	16	<b>LIMITES PARA SUSTANCIAS</b> ASTM-C33			
Nº 100	194	12	96	4	<b>PERJUDICIALES EN AGREG. FINO</b> Máximo Calculado			
Nº 200	58	3	99	0.7	1) Límites de arena limpi y perovulas desmenzadas			
<Nº 200	12	1	100	0	2) Material menor a la malla 200 (a)			
<b>TOTAL</b>	<b>1671</b>	<b>100</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>			
					a) 3% para concreto sujeto a la abrasion y 5% para los demas			
					<b>CLASIFICACION:</b> A0-3			

100	100	3/8	100
95	100	Nº 4	92
80	100	Nº 8	73
50	85	Nº 16	49
25	60	Nº 30	30
10	30	Nº 60	16
2	10	Nº 100	4
0	5	Nº 200	1
0	5	<Nº 200	0



Nota: muestra proporcionada por el Interesado





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GRANULOMÉTRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

**TESIS:** DISEÑO DE CONCRETO F<sub>c</sub> 210 KG/Cm<sup>2</sup> CON ADICIÓN DE MICROSELICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ANDAHUAYLAS, 2023

**CANTERA:** CANTERA NAVARRO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

**SOLICITANTE:** Bach. ADOLFO MANTILLA RIVAS, Bach. FIORELA ROMERO ANDRADA

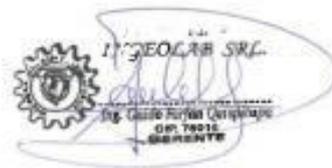
**FECHA:** MAYO DEL 2023

GRANULOMETRÍA PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MÁXIMO 1"					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Módulo de finiza	(5.5-8.5)	6.01	
2"	0	0	0	100	2) Peso específico (gr./cm <sup>3</sup> )	(2.4 - 2.8)	2.61	
1 1/2"	0	0	0	100	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1300 - 1800)	1438	
1"	177	7	7	93	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1400-1900)	1568	
3/4"	571	23	31	69	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	3.1%	
1/2"	1482	61	91	9	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	0.4%	
3/8"	182	7	99	1.4	LÍMITES PARA SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN AGREG. FINO		ASTM-C33	
Nº 4	16	1	98	0.8	Abrasión máquina de los angeles		Máximo	
Nº 8	15	1	100	0.0	OBSERVACIONES:		Calculado	
Nº 16	1	0	100	0	Material grueso con mayor porcentaje retenido en la malla		1/2"	
TOTAL	2447	100			HUSO Nº 56			

PARAMETROS	MALLA	RESULTADOS
100	100	1 1/2"
90	100	1"
40	85	3/4"
10	40	1/2"
0	15	3/8"
0	15	Nº 4



Nota: muestra proporcionada por el interesado





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

## ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

**TESIS:** "DISEÑO E CONCRETO Fc 210 KG/CM<sup>2</sup> CON ADICION DE MICROSILICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ANDAHUAYLAS, 2023

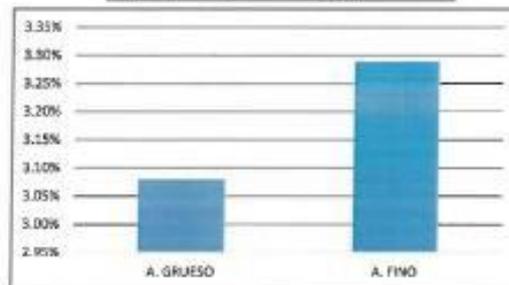
**CANTERA:** CANTERA NAVARRO  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** Bach. ADOLFO MANTILLA RIVAS, Bach. FIORELA ROMERO ANDRADA  
**FECHA :** MAYO DEL 2023

PORCENTAJE DE HUMEDAD			1	2
MUESTRA :			A	B
A. GRUESO			A	B
1	Peso del tarro		23.51	22.89
2	Peso del T + suelo Humedo		80.88	59.28
3	Peso del t. + suelo seco		80.75	57.24
4	Peso del agua		0.11	2.05
5	Peso del suelo seco		57.24	34.35
6	Contenido de humedad		0.19%	5.97%
7	% W PROMEDIO		3.08%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			1	2
MUESTRA :			A	B
A. FINO			A	B
1	Peso del tarro		23.3	23.15
2	Peso del T + suelo Humedo		51.66	47.51
3	Peso del t. + suelo seco		50.75	46.74
4	Peso del agua		0.91	0.77
5	Peso del suelo seco		27.45	23.59
6	Contenido de humedad		3.32%	3.26%
7	% W PROMEDIO		3.29%	

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD
A. GRUESO	3.08%
A. FINO	3.29%



Nota: muestra proporcionada por el interesado





INGEOLAB S.R.L.

**INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.**Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc); Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS****ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION Y PESO UNITARIO**

**TESS:** "DISEÑO E CONCRETO F'c 210 KG/CM<sup>2</sup> CON ADICION DE MICROSILICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ANDAHUAYLAS, 2023

**CANTERA:** CANTERA NAVARRO

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

**SOLICITANTE:** Bach. ADOLFO MANTILLA RIVAS, Bach. FIORELA ROMERO ANDRADA

**FECHA:** MAYO DEL 2023

Objeto: determinar la gravedad específica (bulk) y la gravedad específica aparente, el porcentaje de absorción del agregado así como el peso unitario varillado

DATOS: AGREGADO ARENA		AGREGADO FINO RESULTADOS		
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 487.00	Gravedad específica bulk (Base seca)	G <sub>s</sub> = 2.45	
Peso probeta + agua	B 1397.00	Gravedad específica bulk (Base satur.)	G <sub>s</sub> = 2.51	
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500.00	Gravedad específica aparente	G <sub>a</sub> = 2.620	
Peso del material SSS (sumergido al agua)	D 1695.00	porcentaje de Absorción	%Abs. 2.67%	
Peso del material SSS + Probeta + Agua	E 1897.00	<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. SUELTO</b>	A FINO A GRUESO	
volumen del material	F 199.00	Peso material seco al horno mas molde (gr)	8829 8455	
volumen de la masa	G 186.00	Peso del molde (gr)	4356 4356	
P.E.bulk (Base seca)	AVF 2.45	Peso del material seco al horno (gr)	4473 4099	
P.E.bulk (Base saturada)	AVF 2.51	Volumen del molde	2850.0 2850.0	
P.E. Aparente (Base seca)	AVG 2.62	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1569 1438	
% de Absorción	(C-A)/100A 2.67%			
AGREGADO PIEDRA CHANCADA		RESULTADOS AGREGADO GRUESO		
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 498	Gravedad específica bulk (Base seca)	G <sub>s</sub> = 2.58	
Peso del material SSS (Sumergido en Agua)	B 307	Gravedad específica bulk (Base saturada)	G <sub>s</sub> = 2.59	
Peso del material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500	Gravedad específica aparente	G <sub>a</sub> = 2.61	
		porcentaje de Absorción	%Abs. 0.40%	
PROCESO		<b>OBSERVACIONES:</b>		
Peso del material SSS + Probeta + agua	500.00	Muestra proporcionada por el interesado		
Volumen del material	193.00			
Volumen de la masa	191.00			
% de Absorción	0.4%			
P.E.bulk (Base seca)	AVF 2.58			
P.E.bulk (Base saturada)	AVF 2.59			
P.E. Aparente (Base seca)	AVG 2.61			
% de Absorción	(C-A)/100A 0.4%			
DATOS: ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO		AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	MEDIDAS MOLDE
Peso del material seco al horno mas molde (gr)		9147	8826	ALT = 17 Cm
Peso del molde (gr)		4356	4356	DIAM = 10 Cm.
Peso del material seco al horno (gr)		4791	4470	
Volumen del molde		2850.0	2850.0	Volumen (cm <sup>3</sup> ): 2850.0
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )		1681	1568	



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Geólogo

Ing. Civil

Ing. Geotécnico

Ing. Ambiental

Ing. Hidráulico

Ing. Mecánico



INGEOLAB S.R.L.

## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### DISEÑO DE MEZCLA

F'C = 210

<b>TESIS:</b>	"DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 KG/Cm <sup>2</sup> CON ADICIÓN DE MICROSILICE PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ANDAHUAYLAS, 2023
<b>CANTERA:</b>	CANTERA NAVARRO
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	Bach. ADOLFO MANTILLA RIVAS, Bach. FIORELA ROMERO ANDRADA
<b>FECHA :</b>	MAYO DEL 2023

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECANICAS PARA EL DISEÑO

DATOS DEL CEMENTO	
CEMENTO PORTLAND	TIPO = 1
PESO ESPECIFICO	3150 Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO	1500 Kg/m <sup>3</sup>
DATOS DEL AGREGADO FINO CANTERA	
PESO ESPECIFICO	2620 Kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	3.35
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.29 %
ABSORCION	2.67 %
PESO UNITARIO	1681 Kg/m <sup>3</sup>
DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANTERA	
PESO ESPECIFICO	2510 Kg/m <sup>3</sup>
MODULO DE FINEZA	6.01
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.08 %
ABSORCION	0.40 %
PESO UNITARIO	1568 Kg/m <sup>3</sup>
DATOS PARA EL DISEÑO	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	210 Kg/Cm <sup>2</sup>
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	1/2"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	



INGEOLAB S.R.L.

Ing. Adolfo Mantilla Rivas  
CIP: 10016  
BOBENITE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc). Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

CALCULO						
RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA				$f_{cr} =$	294 Kg/m <sup>2</sup>	
SLUMP O ASENTAMIENTO		3" a 4"		(De acuerdo al tipo de obra)		
AGUA DE MEZCLADO				216 Kg/m <sup>3</sup>		
1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C						
300	0.55			$f_{cr} =$	294 Kg/m <sup>2</sup>	
250	0.62			A/C =	0.56	
2.- CONTENIDO DE CEMENTO						
Cemento =		216	Kg/m <sup>3</sup>	=	386.82 Kg/m <sup>3</sup>	
		0.56			9 Bolsas	
3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO				=	0.53 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	831.26 Kg.	
4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO				=	832.40 Kg.	
5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO GRUESO				=	857 Kg	
AGREGADO FINO				=	860 Kg	
AGUA EFECTIVA				=	187.72 Kg.	
6.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN PESO RESULTANTE POR m3						
CEMENTO				=	386.82 Kg.	
AGREGADO FINO				=	859.78 Kg.	
AGREGADO GRUESO				=	856.87 Kg.	
AGUA DE MEZCLADO				=	187.72 Litros	
7.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN VOLUMEN						
CEMENTO				=	0.123 m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	0.318 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	0.318 m <sup>3</sup>	
AGUA DE MEZCLADO				=	0.216 m <sup>3</sup>	
8.- PROPORCION: CEMENTO : HORMIGON / AGUA						
CEMENTO				=	1 P <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	2.22 P <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	2.22 P <sup>3</sup>	
AGUA EFECTIVA				=	20.6 Lts	
9.- PESO POR TANDA DE SACO.						
CEMENTO				=	42.5 Kg/saco	
AGREGADO FINO				=	94.5 Kg/saco	
AGREGADO GRUESO				=	94.1 Kg/saco	
AGUA EFECTIVA				=	20.6 Lts/saco	
10.- CIARENAV. CHJAGUA: 1 / 2.2 / 2.2 / 20.6						
11.-	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	A. PLAST ml	A. AIRE CM3
	1	2.2	2.2	20.6		



## ANEXO 2: Panel de fotos

Procedimiento para la elaboración de las probetas de concreto.

### 1. Obtención de los materiales.



Agregado grueso



Agregado fino



Cantera Mikimix

### 2. Peso de contenido de humedad de los agregados.



Realizando los pesos

### 3. Secado y cuarteo del material.



Cuarteo del agregado fino



Cuarteo del agregado grueso



Lavado del material



Lavado del material



Secado del material



Lievado al horno

#### 4. Ensayo de Análisis Granulométrico.



Muestra del material



Peso del agregado grueso



Peso del agregado fino



Tamizado del agregado grueso



Muestra del tamizaje



Apunte del tamizaje

## 5. Peso específico de los agregados.



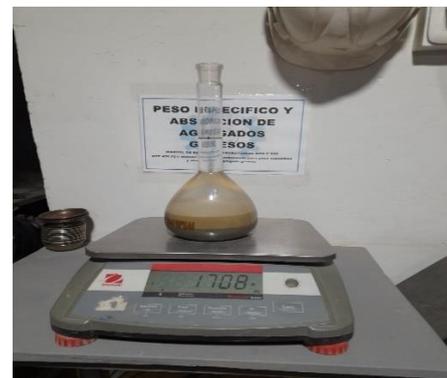
Pesado del agregado



Control de peso de agua



Muestra del peso específico del agregado grueso



Peso del agregado fino



Caída de 15 cm, agregado grueso

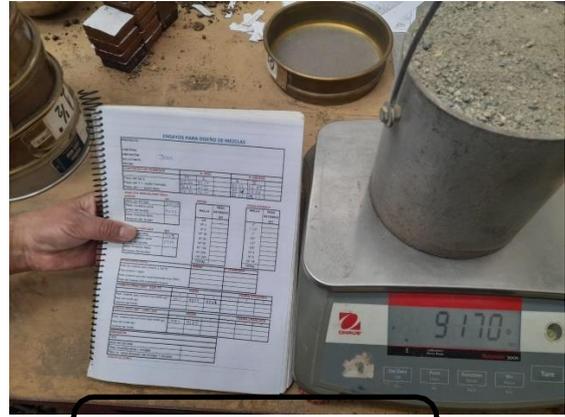


Caída de 15 cm, agregado fino

## 6. Peso unitario suelto del agregado.



Peso del agregado grueso



Peso del agregado fino

## 7. Peso unitario varillado de los agregados.



Varillado del agregado fino en tres capas de 25 golpes



Varillado del agregado fino en tres capas de 25 golpes



Nivelación para proceder a pesar el agregado



Varillado del agregado grueso en tres capas de 25 golpes



Varillado del agregado grueso en 3 capas de 25 golpes



Nivelación para proceder a pesar el agregado grueso

**8. Diseño de mezcla de los agregados del 4%, 6%, 8% y patron.**



Lijado y engrasado de la probeta



Peso de los agregados



Diseño de mezcla de concreto y agregados



Nivelación y golpeo a las probetas



Mezclado en las probetas



Diseño de mezcla de concreto y microsilice



Chuceada para sacar el slump



Medición del slump



Vaciado a las probetas el concreto



Muestra final de vaciado de los agregados



Muestra de los agregados para realizar la mezcla de concreto



Vaciado a las probetas el concreto



Vaciado a las probetas el concreto



Nivelación de las probetas con adición de microsílíce



Probetas sometidas a la prensa

### ANEXO 3: Matriz de Consistencia

Diseño de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál será el diseño de mezcla del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Determinar cuál será el diseño de mezcla del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia.</p>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Microsilíce %	Dosificación	0% Ms	Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición.
<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>¿Cuál será el análisis del diseño del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce en 4% 6% y 8% para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Determinar cuál será el análisis en el diseño de mezcla del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b></p> <p>El concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce en 4% 6% y 8% mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia.</p>				4% Ms	
						6% Ms	
						8% Ms	
<p>¿Cuál será la resistencia a la compresión en el diseño del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7,14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?</p> <p>¿Cuál será la resistencia a la flexión en el diseño del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4% y 8% a edades de 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023?</p>	<p>Determinar cuál será la resistencia a la compresión en el diseño del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4%, 6% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días, para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.</p> <p>Determinar cuál será la resistencia a la flexión en el diseño del concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4% y 8% a edades de 7, 14 y 28 días para mejorar la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.</p>	<p>El concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4%, 6% y 8% mejora la resistencia a la compresión, Andahuaylas, 2023.</p> <p>El concreto <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> con adición de microsilíce al 4% y 8% mejora resistencia a la flexión, Andahuaylas, 2023 es de mayor resistencia.</p>	<b>DEPENDIENTE</b>	Concreto $f'c=210\text{Kgf/cm}^2$	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) + Ms	Ficha de registro de ensayo de Compresión. Norma ASTM C 39 / NTP 339.034
Resistencia a la flexión ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) + Ms	Ficha de registro de ensayo de Flexión. Norma ASTM C78 / NTP 339.078						

## ANEXO 4: Operacionalización de Variables

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
V.I. Microsilíce	La microsilíce se produce al reducir el cuarzo de alta pureza con carbón en hornos electrónicos; se usa comúnmente para fortalecer la resistencia a la compresión del concreto debido a su alta reactividad. Es considerado puzolánico formado por partículas generalmente esférica de muy alta finura con bastante contenido de sílice amorfa, su proceso es para aumentar la densidad aparente para dar trato más fácil de manipulación y envió; El tamaño aproximado del microsilíce es de 0.5 micras. (Vega, 2019).	Se utilizo el microsilíce para mejorar las propiedades de la resistencia del concreto; de tal manera, se dosificarán en distintas proporciones, lo cual permitirá comparar y conocer cual dosificación es la más idónea	Dosificación	0% Ms	Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada. <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo. <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental - Puro <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Población:</b> 40 probetas y 22 vigas de concreto <b>Muestra:</b> 36 probetas y 18 vigas de concreto. <b>Muestreo:</b> Por conveniencia. <b>Técnica:</b> Observación participante y/o no participante <b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio.
				4% Ms		
				6% Ms		
				8% Ms		
V.D. Concreto	El concreto según el A.C.I 211.1 u dosificación es un proceso en el cual se mide, por masa o por m <sup>3</sup> , de todos los insumos del concreto para su mezclado en la maquina (Trompo), para garantizar el concreto de considerable calidad los componentes deben de ser medidos a precisión para cada proceso de producción de concreto, el mezclado se debe realizar hasta que se tenga una apariencia uniforme, asimismo el instituto americano del concreto(ACI) realizo la guía A.C.I. 211.1 con la finalidad de elegir y usar tandeadas del concreto convencional para pavimento, la que se elabora con la mezcla de los insumos de peso convencional. (Kosmatka, 2004).	En el concreto se engloba a conocer las resistencias tanto en compresión y flexión. Asimismo, como las características de los agregados que formarán parte del concreto.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ) + Ms	Razón	
				Resistencia a la flexión (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ) + Ms		

## ANEXO 5: Ficha Técnica del Microsílice

CONSTRUYENDO CONFIANZA



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika® Fume

### ADICIÓN MINERAL - MICROSÍLICE

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFume® es un aditivo para concreto en forma de polvo, basado en tecnología de humo de sílice.

#### USOS

SikaFume® se utiliza en hormigón proyectado, hormigón estructural, hormigón prefabricado y otros campos de construcción de hormigón en los que se imponen altas exigencias a la calidad del hormigón fresco y endurecido.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFume® contiene dióxido de silicio reactivo latente extremadamente fino. La presencia de esta sustancia imparte una gran cohesión interna y retención de agua en el concreto fresco. El concreto se vuelve extremadamente flexible y la capacidad de bombeo se mejora sustancialmente. En el concreto endurecido, el humo de sílice reactivo latente forma un enlace químico con la cal libre (CaOH<sub>2</sub>). La formación adicional de productos de hidratación da como resultado una matriz de cemento significativamente más densa.

Con el uso de SikaFume®, el concreto mostrará las siguientes propiedades:

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo si se usa un agente de arrastre de aire al mismo tiempo.
- Mayores fortalezas finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad al agua.
- Mayor estanqueidad al gas.
- Penetración reducida del cloruro.

SikaFume® no contiene cloruros ni otras sustancias que promueven la corrosión del acero y, por lo tanto, se puede usar sin ninguna restricción para la construcción de concreto reforzado y pretensado.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® confirma a EN 13263-1: 2005 tabla 4.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Una mezcla de ingredientes reactivos latentes.
Empaques	Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg
Apariencia / Color	polvo gris
Vida Útil	36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento en un ambiente seco, no sensible a las heladas.
Densidad	~0.65 kg/l
Contenido Total de Iones de Cloruro	< 0.3 M-%

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFume®  
Mayo 2019, Versión 01.01  
02140301100000019

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Guía de Vaciado de Concreto</b>	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco se debe curar adecuadamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
<b>Diseño de la Mezcla de Concreto</b>	Cuando se usa SikaFume®, se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar las fuentes de material locales.
<b>Tiempo de Mezclado del Concreto</b>	SikaFume® se agrega con el cemento y los agregados en la planta de procesamiento por lotes antes del medidor de agua. Tiempo óptimo de mezclado en húmedo: 60 segundos.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Dosificación Recomendada</b>	5 - 10% en peso de cemento.
---------------------------------	-----------------------------

### NOTAS

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

### RESTRICCIONES LOCALES

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

### ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

### NOTAS LEGALES

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

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFume®  
Mayo 2018, Versión III.01  
021403031.000000019

2 / 2

SikaFume-es PE (05-2018)-1-1.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA

