



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de la adición 0.9%, 1.0% y 1.1% de Nanosílice sobre la resistencia a la compresión de un concreto $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, Huaraz 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Marcos Damián, Maruja (ORCID: 0000-0003-3187-2154)

ASESOR(A):

Mg. Poma González, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

Huaraz – Perú

2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar un profesional de excelencia, a mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron.

Maruja Marcos Damián

Agradecimiento

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros, y a la universidad en general por todo lo anterior en conjunto con todos los grandes conocimientos que me han brindado, y muy especial a la empresa Ulman por haberme facilitado el Nanosílíce para la ejecución de esta tesis.

Maruja Marcos Damián

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Propiedades y/o Características físicas de los agregados provenientes de la cantera Challhua, Huaraz.	33
4.1.1. Análisis de la granulometría de los agregados de la cantera Challhua	33
4.1.2. Porcentaje de Contenido de humedad de los agregados fino y grueso	35
4.1.3. Cálculo del Peso Unitario de los agregados fino y grueso de la cantera de Challhua.....	37

4.1.4. Cálculo de la absorción y la Gravedad Específica de los agregados fino y grueso.	38
4.2. Diseño de Mezcla del Concreto de altas resistencias de $F'c=420$ kg/cm ² , mediante el método 211 del ACI.....	40
4.3. Análisis de la variación de las resistencias máximas del concreto $f'c = 420$ Kg/cm ² a la compresión, tanto del patrón y experimental con la incorporación de nanosílice de 0.9%, 1% y 1.1%.	45
4.4.1. Hipótesis General	47
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	57
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1 Composición elemental del cemento tipo I	7
Tabla 2 Parámetros permisibles del agua para la mezcla y curado de hormigón ...	8
Tabla 3 Características y Propiedades químicas y físicas del aditivo nanosílice. .	10
Tabla 4 Resultados de Análisis de granulometría del Agregado Fino, cantera Challhua.....	33
Tabla 5 Análisis de la granulometría del Agregado Grueso.....	34
Tabla 6 Porcentaje de Contenido de humedad (%) de Agregado Fino.....	36
Tabla 7 Porcentaje de Contenido de humedad (%) de Agregado Grueso de la cantera de Challhua.....	36
Tabla 8 Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino de la cantera de Challhua.....	37
Tabla 9 Determinación del Peso Unitario del Agregado Grueso de la cantera de Challhua.....	38
Tabla 10 Resultado de Absorción y Gravedad Especifica del Agregado Fino.	39
Tabla 11 Resultados de absorción y Gravedad Especifica del Agregado Grueso.	39
Tabla 12 Resultados de las Resistencias a la compresión del concreto $F'c=420$ Kg/cm ² , tanto el convencional, y con la influencia del nanosilice en porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1%.....	45
Tabla 13 Resumen de resistencias procesadas del concreto $f'c=420$ Kg/cm ² y con la incorporación de % de nanosilice.	46

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Edades de Curación respecto a las Resistencias del concretos de Cilindros de 15x30, para una Variedad de Curado.....	12
Figura 2 Esquema del diseño de investigación	14
Figura 3 Procedimiento de ensayo granulométrico.	20
Figura 4 Procedimiento de ensayo de absorción y Peso específico del agregado Fino.....	21
Figura 5 Procedimiento de ensayo de absorción y Peso específico del agregado Grueso.	22
Figura 6 Preparación de aditivo nanosílce en laboratorio.....	26
Figura 7 Preparación del concreto utilizando la mezcladora.....	27
Figura 8 Preparación de moldes de concreto y especímenes con la incorporación del aditivo.....	28
Figura 9 Proceso de marcado de moldes elaborados antes del curado, tanto el Concreto convencional y los experimentales con la incorporación del aditivo nanosílce.....	29
Figura 10 Ensayo de compresión de concreto en prensa automática de compresión.	30
Figura 11 Curva de la granulometría del agregado fino.....	34
Figura 12 Curva de la granulometría del agregado Grueso.....	35
Figura 13 Gráfico de resumen de resistencias máximas del hormigón $f'c=420$ kg/cm ² a la compresión + %nanosilice.	46

Resumen

El objetivo general de la investigación es analizar la influencia de la adición de porcentaje de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=420$ Kg/cm². El método se desarrolla en un entorno de tipología aplicada, con un enfoque de estudio cuantitativo, de diseño experimental-cuasiexperimental. La población y muestra estuvo constituida por un total de 36 especímenes, en grupos de probetas patrón, probetas con Nanosílice 0.9%, probetas con Nanosílice 1.0% y probetas con Nanosílice 1.1%, para cada ensayo a los 7, 14 y 28 días de curación. Se ha deducido de los resultados que la incidencia de la adición de 0.9% de nanosílice, arroja una resistencia del concreto máximo de 536.74 Kg/cm². Con la adición de 1.0% de nanosílice, resulta una resistencia máxima a la compresión del concreto de 520.43 Kg/cm². Por último, con la adición del 1.1% de nanosílice, alcanza una resistencia máxima de 512 Kg/cm²; resistencias máximas alcanzadas a la edad de 28 días de curación. Se concluye finalmente que que la influencia del nanosílice en el esenario de la adición 0.9% respecto al peso del material cemento, incide en la resistencia convencional del concreto en un 27.8% como máximo respecto al concreto patrón de $f'c=420$ Kg/cm².

Palabras claves: Concreto de alta resistencia, nanosílice, resistencia a la compresión del concreto.

Abstract

The general objective of the research is to analyze the influence of the addition of a percentage of 0.9%, 1.0% and 1.1% of nanosilice with respect to the weight of the cement, on the compressive strength of a concrete $f'c = 420 \text{ Kg / cm}^2$. The method is developed in an applied typology environment, with a quantitative study approach, experimental-quasi-experimental design. The population and sample consisted of a total of 36 specimens, in groups of standard specimens, specimens with Nanosilice 0.9%, specimens with Nanosilica 1.0% and specimens with Nanosilica 1.1%, for each test at 7, 14 and 28 days of cure. . It has been deduced from the results that the incidence of the addition of 0.9% of nanosilica gives a maximum concrete strength of 536.74 Kg / cm^2 . With the addition of 1.0% nanosilica, a maximum concrete compression resistance of 520.43 Kg / cm^2 results. Finally, with the addition of 1.1% nanosilica, it reaches a maximum resistance of 512 Kg / cm^2 ; Maximum resistance reached at the age of 28 days of healing. It is finally concluded that the influence of nanosilica in the 0.9% addition scenario with respect to the weight of the cement material, affects the conventional strength of concrete by a maximum of 27.8% with respect to the standard concrete of $f'c = 420 \text{ Kg / cm}^2$.

Keywords: High-strength concrete, nanosilize, compressive strength of concrete

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico en la ciudad de Huaraz demanda cada vez mayor espacio, por lo que obliga a los ingenieros civiles a tener una visión en la construcción ineludiblemente diferente y a considerar la construcción vertical como una opción indiscutible. Es por esta razón, que, dependiendo a los parámetros urbanísticos de las zonas, se ha venido construyendo de manera exponencial edificaciones con mayores alturas y con estructuras con diseños más exigentes y diferentes a lo que el cliente ya conoce, y en muchos casos construcciones sin la supervisión de especialistas en edificaciones de grandes envergaduras.

Realizando un enfoque mayor determinado, uno de los problemas que se constituye respecto a lo mencionado anteriormente, está enfocado sobre el elemento más utilizado en la construcción “el concreto”, desde sus componentes, hasta los aditivos poco efectivos a emplearse con la consigna de obtener mejores y altas resistencias a la compresión. Los aditivos han significado un gran avance en la búsqueda de mejores y altas resistencias en los concretos compactos, alrededor de los problemas que yacen en la gran variedad de estas (Fundaro, Carvalho, Rovani, & Santos, 2018)

Esta problemática y el crecimiento en el ámbito de la construcción en el distrito de Huaraz, departamento de Ancash; se plantea el presente estudio de investigación en el uso del Nanosílice para mejorar las características inherentes y físicas del concreto de resistencias altas en estados compactos, teniendo como referencia la falta de antecedentes de aplicabilidad de este material en Huaraz; ya que se encuentra a 3052 m.s.n.m. y cuenta con agregados paulatinamente con propiedades diferentes a otros y a su vez estas cambian específicamente las propiedades físicas y mecánicas del hormigón.

La microsílíce es un aditivo en polvo muy fino que posee la capacidad química y físicas en la reacción del concreto en obtener concretos de alta resistencia. Sin embargo, su aplicación tiene un impacto desfavorable en el ambiente y repercusiones en las vías respiratorias y la piel en los trabajadores que operan. Es por ello que se pretende dar a conocer mediante esta investigación

que el microsílíce no presente mejores propiedades a comparación que el nanosílíce que se presenta en estado líquido y se desea conocer cuál es su comportamiento en cuanto a la variación de la resistencia del hormigón. Por otro lado, el nanosílíce tiene la capacidad de reducir la relación agua-cemento logrando resultados anhelados y satisfactorios en estado endurecido; y, además, teniendo un impacto totalmente nulo en la zona de trabajo y la salubridad elemental de los trabajadores que lo operan debido a su estado líquido (Borba, Goncalves, Fonseca, & Ramo, 2020). Entonces, dentro del problema central del inadecuado uso de algunos aditivos y sus efectos en determinadas zonas, se desconoce los efectos positivos del aditivo nanosílíce en las propiedades mecánicas del hormigón. En tal sentido se propone el siguiente enunciado ¿Cómo influye la adición de porcentajes de 0,9%, 1% y 1,1% de nanosílíce respecto al peso del cemento, en la resistencia a la compresión del concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$?

A medida que pasa el tiempo la tecnología del concreto ha ido evolucionando, debido a las necesidades cada vez más de realizar construcciones grandes en altura, en capacidad, en resistencia, etc., los cuales requieren concretos especiales como son los concretos de altas resistencias con diversas adiciones, siendo una de ellas el nanosílíce.

Actualmente, en otros países ya se cuenta con trabajos de investigaciones sobre el nanosílíce y este tipo de adición para el concreto, se han obteniendo buenos resultados sustituyendo al microsílíce, empleado comúnmente como un producto más conocido dentro de los aditivos. Entonces, el nanosílíce queda a la vanguardia como un nuevo material del que se conoce poco sobre sus efectos eficientes en el concreto; y en el caso de la ciudad de Huaraz, su aplicabilidad es escasa. Finalmente, se asume que es esencial continuar con las investigaciones sobre la incidencia del uso del nanosílíce en las propiedades mecánicas en estado compacto de un concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ de alta resistencia, objeto del presente estudio.

Por lo tanto, la investigación tiene como justificación, aportar y dar a conocer como incide el nanosílíce en las propiedades compactas del concreto, experimentando 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílíce respecto al peso neto del

cemento. Además, la presente investigación permite ser parte de una base teórica para investigaciones futuras en relación al tema investigado, que además los estudiante o investigadores pretenderán resolver problemas en torno a las variables implicadas en el contexto que se encuentren.

Como objetivo general se planteó: Analizar la influencia de la adición de porcentajes de 0.9%, 1% y 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=420\text{kg/cm}^2$. Para demostrar cual es la resistencia final del concreto en estado compacto adicionando los tres porcentajes de nanosílice mencionados; asimismo, analizar cual ocasiona mayor variabilidad y resistencia máxima.

Además, para la obtención del objetivo general se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: 1.- Determinar las características físicas de los agregados fino y grueso provenientes de la cantera Challhua, Huaraz. 2.- Realizar el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia de $f'_c=420\text{ kg/cm}^2$, mediante el método del comité 211 del ACI para obtener la dosificación adecuada. 3.- Analizar la variación de la resistencia a la compresión del concreto experimental respecto al concreto patrón con la adición de nanosílice en porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1% respecto al peso del cemento.

En tal sentido se planteó la siguiente hipótesis: La adición de porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1,1% de nanosílice respecto al peso del cemento, mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=420\text{ Kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de nuestra investigación se encontraron los siguientes antecedentes que mencionamos a continuación.

Cabanillas (2020) desarrolló la investigación titulada sobre los “Concretos de máxima resistencia, empleando superplastificante y nanosílice”, donde tuvo como objetivo determinar la variación de las resistencias de un diseño de concreto de $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$ empleando porcentualmente nanosílice y otro aditivo como el reductor superplastificante de agua. Dentro del método empleado, se menciona que es de tipo Aplicada, experimental, de nivel de investigación descriptiva, donde propuso un concreto convencional de $f'c = 500 \text{ Kg/cm}^2$ como concreto patrón, mientras que el experimental se elaboró empleando el Gaia Nanosílice con dosificaciones de 1.0% y 1.5% y el aditivo superplastificante (SP-4) con adiciones porcentuales de 0.6%, 0.8% y 1.2%. Respecto a los resultados a los 28 días de curación del concreto, se obtuvo con la influencia de nanosílice de 1.0%, 1.5%, las máximas resistencias fueron, $f'c = 826.51 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 729.35 \text{ Kg/cm}^2$, con variaciones de 56.92% y 38.47% respectivamente. Mientras tanto que con la adición de superplastificante de 1.0%, 1.5%, las resistencias máximas de $f'c=752.23 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c=665.61 \text{ Kg/cm}^2$, con variaciones de 42.81% y 26.37% respectivamente. Finalmente, se concluye que con la incorporación de estos dos aditivos (“superplastificante y nanosílice”) al adicionar de 0.6%, 0.8% y 1.2% las máximas resistencias, $f'c = 613.83 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c = 666.84 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 799.55 \text{ Kg/cm}^2$, con variaciones de 16.54%, 26.60% y 51.80% respectivamente.

Flores (2020), en su tesis de investigación titulada: “Análisis de comparabilidad de las propiedades físico-mecánicas del concreto de máximas resistencias con nanosílice y microsílice, Lima, año-2019”. Esta investigación tuvo como objetivo general Analizar comparativamente las particularidades físico-mecánicas del concreto de $f'c = 600 \text{ Kg/cm}^2$ con la influencia de nanosílice y microsílice porcentualmente. Para la obtención de este objetivo, el autor se plasmó, objetivos específicos como determinar la incidencia al adicionar 5%, 10 y 15% de microsílice y 0.5%, 1.5% y 3% de nanosílice en los

resultados máximos de resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 600 \text{ Kg/cm}^2$. Dentro del método, la investigación se describe tipológicamente como aplicada, caracterizado de nivel explicativo. Respecto a la muestra, se seleccionaron un total de 162 probetas, cilíndricas: 108 unidades y tipo viga: 54 unidades con la inclusión de microsílíce y nanosílíce. Los resultados demostraron que con la adición de microsílíce y nanosílíce las adiciones porcentuales de mayor rendimiento son de 10% con una resistencia alcanzada de 900.33 Kg/cm^2 y 1.5% con una resistencia alcanzada de 922.67% respectivamente. Se concluyó que la influencia de nanosílíce genera mayor rendimiento en cuanto a las particularidades físico-mecánica endurecida del hormigón; asimismo, se verificó que las altas y máximas resistencias a la compresión del concreto son mínimas cuando sobrepasa la dosificación ideal de los aditivos; en resumen, la resistencia más alta a la compresión del hormigón es mínima.

Espinoza y Guerrero (2020), en su investigación sobre el “Análisis comparabilidad de resistencias a la compresión de concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ usando cementos Quisqueya y Sol, Huaraz, 2019”. Tuvo como objetivo general ejecutar el análisis de comparabilidad de resultados en cuanto a resistencias a la compresión de concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ empleando los cementos Quisqueya y Sol empleadas específicamente en el distrito de Huaraz con un análisis en diferentes días de curación del concreto como a 7, 14 y 28 días. Para esto, se determinaron las particularidades específicas de los agregados fino y grueso; además, realizar el diseño de mezcla para el concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$. El método del estudio señala que la investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo con diseño experimental; dentro de la población y muestra se emplearon 6 probetas, tres de cemento sol y tres del cemento Quisqueya. Los resultados deducidos se encierran: el cemento Quisqueya obtuvo su más alta resistencia en $f'_c=283 \text{ Kg/cm}^2$; mientras que en aplicación del cemento sol se verificó como la más alta resistencia a la compresión máxima de 234.9 Kg/cm^2 . Entonces, se concluye generalmente que en aplicación del cemento Quisqueya expulsa mayores resistencias respecto a las resistencias más altas del cemento sol tipo I.

Molina y Chara (2017), desarrollaron la investigación titulada sobre “Incidencia de la incorporación de nanosílice en las características de un concreto de capacidades altas en resistencia en Arequipa”. Donde el autor tuvo como objetivo central: la búsqueda de la incidencia de la aplicación de nanosílice (0.8%, 1.0% y 1.2%) en el concreto de $f'c=420$ Kg/cm², 500 Kg/cm², 600 Kg/cm² y 700 Kg/cm² en estudio; de esta manera, verificar las particularidades físico-mecánicas sus estados líquidos y compactos. El método del estudio se describe dentro de una tipología aplicada, experimental. Los resultados deducidos a los 7, 14 y 28 días de curación, se obtuvo las dosificaciones más óptimo de aditivo de nanosílice de la siguiente forma: Para un concreto $f'c=420$ Kg/cm² la proporción óptima de nanosílice es 0.80%, obteniendo una resistencia máxima de 670.98 Kg/cm²; Para un concreto $f'c=500$ Kg/cm² la proporción óptima de nanosílice es 0.80%, obteniendo una resistencia máxima de 721.54 Kg/cm²; Para un concreto $f'c=600$ Kg/cm² la proporción óptima de nanosílice es 1.0%, obteniendo una resistencia máxima de 756.22 Kg/cm²; y para un concreto $f'c=700$ Kg/cm² la proporción óptima de nanosílice es 1.0%, obteniendo una resistencia máxima de 788.33 Kg/cm². Finalmente, concluye que a la edad de 28 días del concreto las resistencias a la compresión se resumen con valores en rangos de variabilidad positiva de (100.96% - 159.76%) en el incremento de la resistencia patrón relativamente en variadas proporciones porcentualmente de aditivos empleadas en la investigación por el autor.

Dentro de las teorías respecto a la investigación, están los hormigones de altas resistencias (HAR); son aquellos con resistencias a la compresión mayor a los 70 MPa usados normalmente en superestructuras ahorrando los costos por el uso de aditivos en polvo de sílice o cenizas volantes (Ordoñez, 2018). Por otro lado también, se define como un concreto superior a los 420 Kg/cm² (6000 psi), en donde la relación de agua y cemento son muy bajas, además de la ayuda del superplastificante (Ottazzi, 2004).

La obtención del CAR es un proceso que se define con un principio de soporte de fuerzas a la compresión con un módulo de elasticidad mucho mayor a comparación al concreto tradicional (Bedón, 2017).

En relación a los componentes del concreto de alta resistencia a la compresión, se puede detallar los siguientes elementos para fabricar este tipo de concreto. El Cemento hidráulico es el compuesto pulverizado con reacción química de cristalización al contacto con el agua; de esta manera, se genera una pasta con función de aglomerante y con capacidades de cristalizarse desde lo microscópico hasta lo macroscópico en su estado endurecido (Abanto, 2017).

El cemento Portland es el material conglomerado hidráulico proveniente del Clinker, aquello que está compuesto por dos tercios de su peso en silicatos de 2CaOSiO_2 y Calcio 3CaOSiO_2 , lo deductorio conlleva óxido de óxido de hierro (Fe_2O_3) y aluminio (Al_2O_3) (ASTM C219-14, 2014).

Tabla 1

Composición elemental del cemento tipo I

Constituyentes	Símbolo	% en Peso
Silicatodicalcico (2CaO.SiO_2)	C_2S	28
Silicatotricalcico (3CaO.SiO_3)	C_3S	46
Aluminatotricalcico ($2\text{Ca.Al}_2\text{O}_3$)	C_3A	11
Aluminatoferritatetracalcica ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)	C_3AF	8
Yeso (CaSO_4)	-----	3
Óxidodemagnesio	M	3
Óxidodecalcio	C	0.5
Óxidodesodio	N	0.5
Óxidodepotasio	K	-----

Nota. Se detalla los componentes químicos del cemento. Extraído de (Ramírez, 2008).

Según su clasificación existen 5 tipos, las cuales para la presente investigación se ha utilizado el TIPO I es el cemento con mayor utilización y comercialización especialmente en obras con la implicación específica del concreto. (ASTM C150-07, 2003).

El Agua es el componente que nos proporciona una mezcla que permite efectivizar la trabajabilidad en los diferentes procesos de manejabilidad del concreto en su estado fresco; proporcionalmente y dependiendo del diseño el agua representa en un rango de (14%-18%) de la dosificación de la mezcla del concreto (Torre, 2004).

Tabla 2
Parámetros permisibles del agua para la mezcla y curado de hormigón

Componentes	Rangos Permisibles		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máx.
Materia orgánica	3	ppm	Máx.
(NaCHCO ₃) Alcalinidad	1000	ppm	Máx.
(ión SO ₄) Sulfatos	600	ppm	Máx.
(ión Cl ⁻) Cloruros	1000	ppm	Máx.
Ph	5a8	ppm	Máx.

Nota. Extraído de (Primo, 2014).

Los agregados son los áridos o materiales inherentes de canteras de forma natural, artificial o granular que conjuntamente dentro del aglomerado con la adición del cemento portland y otros componentes fundamentales, se forma el concreto o compacto (Rivera, 2013).

Los agregados se dividen en Finos (Arena fina, Arena gruesa); Gruesos (Grava, Piedra); otro Agregado conocido como Hormigón (proveniente de mezcla natural especialmente de arenas y grava) (Norma E.060, 2009).

Respecto a las Propiedades físicas del agregado se resumen en porosidad, densidad, resistencia y la volumetría de estos, desde la óptica de su gradación o granulometría de agregados; las cuales son medidas mediante ensayos estandarizados (Pasquel, 1998).

El peso específico del agregado es el factor numérico de la división del peso y volumen de las partículas de agregados en estudio, sin tomar en consideración los espacios que existen en el volumen visual. Las Norma Normativa técnica peruana 400.021 establece la metodología del cálculo del peso específico en relación a las condiciones de saturación del agregado.

Normalmente los valores comúnmente normales se hallan entre (2,500-2,750) Kg/m³ (Pasquel, 1998).

El peso unitario del agregado es el factor de la división del peso y el volumen total, pero en este caso con la inclusión de los vacíos proporcionados en un volumen normal. Tomando en consideración los espacios entre cada partícula según el tipo de agregado se forma un volumen acomodado.

Los porcentajes de vacíos de los agregados son el porcentaje del volumen que representa el aire encontrado dentro del volumen de agregados. La cual dependerá del acomodo entre cada partícula del agregado, entonces, su valor se refleja relativamente, es medida por la siguiente formula:

La capacidad de Absorción es la capacidad que tienen las partículas de los agregados fino y grueso de abastecer rápidamente los espacios vacíos que existen entre sus partículas. Las normas técnicas peruanas 400.021 y 400.022.

La humedad es la característica de retención de agua que pueden contener las partículas de los agregados ya sea finos o gruesos. El contenido en porcentaje de humedad según la Norma Técnica Peruana 339.185.

La granulometría es la repartición regulada según los diámetros de los granos de las partículas del agregado, se relaciona directamente con las características de la trabajabilidad demostrada en su propiedad como es la consistencia del concreto en estado elaborado, la resistencia máxima a la compresión de determinado hormigón.

El aditivo es el material empleado como elemento del concreto que modifica las propiedades del concreto durante y después de su elaboración (Ordoñez, 2018).

El aditivo es un material que se emplea como ingrediente dentro del concreto o mortero para cambiar las propiedades mecánicas del concreto endurecido o fresco (Rivva G. , 2004).

La clasificación se detalla en (ACI 212, 2010), se menciona a los aditivos acelerantes de fragua, aditivos incorporadores de aire en el concreto, aditivos reductores de agua en la mezcla, aditivos reguladores de fragua, aditivos minerales, aditivos impermeabilizantes y aditivos ligantes. Dentro de la clasificación se presentan los aditivos con las propiedades más considerados

en el mercado por su empleabilidad. En relación a la Norma Internacional ASTM C 494, (Rivva G. , 2004).

- ✓ Los aditivos de Tipo “A” son efectivos como reductores de agua.
- ✓ Los aditivos de Tipo “B” son efectivos como retardadores de fragua.
- ✓ Los aditivos de Tipo “C” son los acelerantes de fragua.
- ✓ Los aditivos de Tipo “D” aditivos efectivos como reductores de agua-retardadores de fragua.

El aditivo Nanosílice es el material constituido por nanopartículas, las que corresponden elementalmente de óxido de sílice (SiO₂), con características puzolánicas. El nanosílice por estar compuesto de nanopartículas, se esparce entre los vacíos y capilares del concreto elaborado rápidamente, brindándote al compuesto mayor densificación y de este método mejorando las particularidades físico-mecánicas del compuesto concreto en su durabilidad (Puerto 2019).

Desde otra perspectiva, es también denominado como Sílice líquida, diferenciándose claramente con el microsílice por ser más pequeña (Perez, 2008).

Tabla 3
Características y Propiedades químicas y físicas del aditivo nanosílice.

Propiedades físicas y químicas del nanosílice	
Aspecto físico	Liq. Levemente Viscoso
Color de aditivo	Blanco
Densidad de aditivo	1.032 +/- 0.004 g/ml
Viscosidad de aditivo	14 +/- 1(s)
Ph	15 +/- 1
Almacenamiento	6 meses en su envase a temperatura ambiente.
Presentación	presentación en Bidón plástico de 230 Kg. Presentación en Contenedor retornable de 1000 Kg.

Fuente: (Castro & Da Silva, 2020).

Dentro de las propiedades del Hormigón endurecido, los concretos de máximas resistencias, presentan comúnmente diversas propiedades desde la impermeabilidad hasta la apariencia del concreto entre los principales y elementales que se puede mencionar estas son (Rivva L. E., 2000).

La elasticidad es la peculiaridad en el concreto de poder deformarse en todo su volumen bajo ciertas fuerzas o cargas, sin tener una deformación constante (Pasquel, 1998).

La resistencia es la capacidad más valiosa del concreto endurecido, donde para cumplir ciertas exigencias a la fuerza de la compresión esta demuestra su capacidad, dependiendo a la resistencia en la cual se realizó el diseño (Estrada & Páez, 2014).

La extensibilidad es la capacidad de deformación del concreto endurecido la cual bajo fuerzas no llegue a agrietarse (Pasquel, 1998).

El diseño de mezcla del hormigón por el método ACI, tiene consideraciones básicas para el diseño de mezcla de hormigón para esto menciona que el concreto de altas resistencias requiere especificaciones, de acuerdo a la estructura; para esto es necesario lo siguiente (National Ready Mixed Concrete Association, 2011).

El método ACI es el método aplicable a nivel de concretos tradicionales o convencionales (Pasquel, 1993). Asimismo, el autor, menciona que el Método proviene del año 1944, y a lo largo del transcurso del tiempo el Comité 212.1 a emitido últimas versiones aplicando la mejora continua, dando la última versión el año 1991”.

El método ACI nos describe los siguientes 11 pasos, para diseñar la mezcla requerida: 1) Estudios detallados del expediente (planos y especificaciones técnicas del proyecto); 2) La Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}) del diseño de mezcla; 3) Elección del asentamiento (Slump) 4) Tamaño máximo del agregado para el diseño 5) Cantidad del agua y contenido de aire para el diseño 6) Relación agua/cemento (a/c) de acuerdo al diseño de mezcla 7) Cálculo del volumen de cemento en m^3 8) Cálculo de la cantidad de agregados fino y grueso por la metodología del comité ACI 211.1; 9) Ajuste por el porcentaje de humedad y absorción de agregados; 10) Cálculo de las

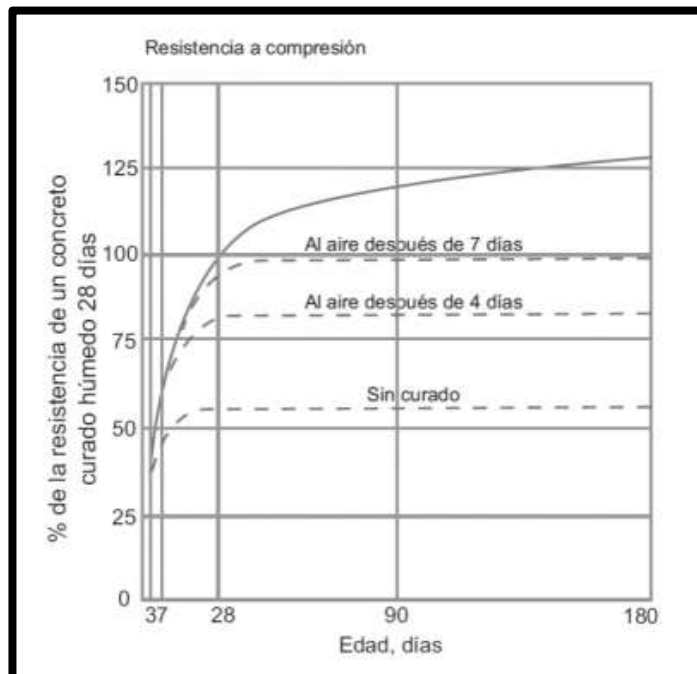
proporciones en peso de cada elemento; 11) Cálculo de la dosificación y/o proporciones en volumen de elementos (ACI, 2008).

En relación a la edad de curado del concreto, representa a el nivel de maduración y adquisición de rendimiento de un concreto relativamente a sus propiedades en relación a las que tendría en condiciones ambientales; es decir es el valor relativo de la madurez del hormigón (Barluenga, 2018).

Los beneficios del curado en las diferentes edades del concreto según Barluenga (2018), señala los siguiente: Resiste mejor los impactos y las vibraciones, Adquiere mayor resistencia mecánica, Adquiere mayor estabilidad de volumen, Reduce la retracción a edades tempranas, Reduce la fisuración por retracción, mejora la resistencia superficial, y produce un concreto más durable

Figura 1

Edades de Curación respecto a las Resistencias del concretos de Cilindros de 15x30, para una Variedad de Curado.



Fuente. Tomada de (Puerto, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La tipología de la investigación es experimental aplicada; porque se pretende buscar la solución al problema partiendo desde una base teórica, en este caso al realizar el estudio del análisis de la influencia de la adición de porcentajes de 0.9%, 1% y 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=420\text{kg/cm}^2$ tienen como soporte las bases teóricas y las bases normativas nacionales e internacionales que nos permiten contrastar los resultados obtenidos con el fin de general solución al problema planteado inicialmente.

La investigación aplicada tiene como fin el estudio de la solución de un problema, con esto el aporte de nuevos conocimientos o hechos, con el objeto de obtener nueva información medida por la teoría (Baena, 2017).

Enfoque de la investigación

El estudio de investigación tuvo un enfoque directamente cuantitativo, porque los resultados que se obtuvieron en relación a cada objetivo específico se pudieron cuantificar las particularidades físico-mecánicas del concreto de máximas resistencias adicionado porcentualmente el nanosílice en diferentes escenarios. Además, se planteó una hipótesis y los datos han sido procesados en aplicación de la estadística, lo que hace más aún a una investigación cuantitativa el presente estudio.

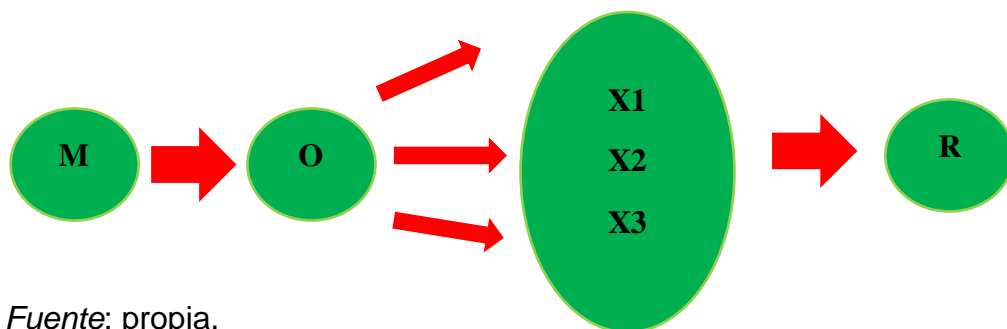
Una investigación con enfoque cuantitativo tiene como necesidad medir o estimar magnitudes de los fenómenos, hechos, o problemas de la investigación en estudio; de esta manera se generan las hipótesis antes de recolectar y analizar los datos (Hdez, 2019).

Diseño de investigación

El estudio de investigación realizada es de diseño experimental cuasiexperimental, porque se da y presenta la manipulación de las variables implicadas, en este caso la manipulación de la variable independiente “Influencia del nanosílice” para analizar resultados en la variable dependiente “Resistencia a la compresión del concreto”. Además, es cuasiexperimental, porque se ha contado con un grupo de control que tendrá el fin de contrastar los resultados obtenidos de la variable dependiente con la incorporación porcentual de nanosílice.

Las investigaciones experimentales de tipo cuasiexperimental, son los estudios que contienen grupos de control, ya que estas están enmarcadas antes de los ensayos o pruebas, y estos objetos de estudio no son aleatorizadas en lo absoluto (Carrasco, 2015).

Figura 2
Esquema del diseño de investigación



Fuente: propia.

Donde:

- O: Observación.
- M: Muestra: 36 especímenes (concreto patrón y experimentales).
- X1: Características físicas de los agregados provenientes de la cantera de Challhua, Huaraz.
- X2: Diseño de mezcla del concreto de altas resistencias de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$, mediante la metodología del ACI.
- X3: Análisis de la variación de la resistencia a la compresión del concreto experimental respecto al concreto patrón con la incorporación de nanosílice en porcentajes de 0.9%, 1% y 1.1% respecto al peso del cemento.

- Ri: La adición porcentual del 0.9% de nanosílice respecto al peso del cemento en el concreto de $f'c=420$ Kg/cm² a los 28 días de edad, alcanza la resistencia máxima del concreto de un total de 536.74 Kg/cm².

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable dependiente:** Resistencia a la compresión del concreto.
- **Variable Independiente:** Influencia de Nanosílice .

Es denominado variable dependiente porque es el resultado de las modificaciones y la manejabilidad de la variable independiente, efecto de la variación (Pérez, 2007).

- **Definición conceptual:**

La definición conceptual es aquella que se obtiene de textos, diccionarios u obras de índole teórico o científico, este, detalla las características, o grupo de características que el objeto en descripción presente (Zepeda & Pesci, 2018).

- **Definición operacional:**

La definición operacional es aquella que se constituye a partir de las particularidades o características observables de los hechos o fenómenos, señalando los indicadores o elementos que se pretende investigar (Zepeda & Pesci, 2018).

- **Indicadores:**

Los indicadores son los factores que nos permiten conocer el comportamiento de las variables mediante la operacionalización, son reconocidas como sub variables para medir el constructo de la investigación (Gutierrez, 2009).

3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

Población

En el estudio de investigación la población total está determinado por el número de ensayos para medir mediante ensayo normativo de laboratorio la resistencia a la compresión del concreto en estudio. En este caso estuvo conformada por 36 probetas de concreto de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ con con la incorporación de 0%, 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice.

La población es la totalidad de sujetos, cosas, países, ciudades, etc netamente objetivos, que se relacionan directamente de una manera u otro con el instrumento u objetos de estudio en una investigación (Valderrama, 2016).

Muestra

La muestra para el ensayo de medición de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ estuvo constituida por la misma población. Para un concreto diseñado de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, se tuvo una muestra de 36 especímenes, de los cuales se tuvieron 9 probetas con la adición del 0% de nanosílice, 9 especímenes con 0.9% de nanosílice, 9 especímenes con 1.0% de nanosílice y 9 especímenes con la incorporación de 1.1% de nanosílice para cada ensayo a los 7, 14 y 28 días de edad del hormigón.

La muestra es aquella sub partes de la población, especialmente seleccionado, probalística o no probalísticamente de elección por criterios de inclusión y/o exclusión para el desarrollo del estudio del objeto y sobre la que se realiza la medición de las variables sobre estas (Bernal, 2010)

Muestreo

En la presente investigación nos basaremos en la Normativa Técnica Peruana, la cual señala que, para obtener los resultados requeridos para nuestro concreto a las edades de curación de 7, 14 y 28 días, donde se necesitan 3 especímenes como mínimo para los ensayos de medición de las

resistencias a la compresión de cada espécimen. Es decir, en el estudio cada escenario tendrá 3 especímenes para una mayor aproximación al resultado.

El muestreo es el método a través del cual el investigador elige las cantidades delegadas que permitan obtener la información idónea sobre la población (Gomez, 2012).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para la determinación de las propiedades físico - mecánicas como la resistencia a la compresión del concreto diseñado en este caso con la influencia de nanosílice, se utilizó la técnica del **análisis documentario**, donde se analizó los datos y la información arrojada y procesada por el reporte de los ensayos realizados en el laboratorio; además, se analizó normativas nacionales e internacionales.

La técnica de investigación de análisis documentario, pretende ser objetiva, cuantitativa y sistemática en el estudio de contenido de la información (López, 2019).

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de la investigación en aplicación de la técnica de análisis documentario se ha tenido como instrumentos de investigación: **Reporte de resultados generales de ensayos en laboratorio y las Normativas Técnica Peruana y normativa Internacional del ACI.**

El instrumento de recolección de datos es el recurso principal como principio del investigador para aproximarse a la cuantificación de fenómenos, hechos y contraer resultados por este medio (Valderrama, 2016)

Validez

La validez de los instrumentos de investigación está basada en la emisión por un laboratorio certificado y calificado en ensayos de esta índole, y visado por

profesionales especialistas y correspondientes en la supervisión de la ejecución de los ensayos en laboratorio, lo cual hacen de los instrumentos una herramienta con validez en el estudio de investigación.

La validez de un instrumento de investigación es el nivel de calificación que tiene este al aplicarse en la recolección de datos y con esto los resultados que provendrán luego (Valderrama, 2016).

Confiabilidad

El estudio de investigación presenta su confiabilidad aplicando el análisis de la varianza con un factor ANOVA y el método de prueba Duncan con la cual se ha procesado.

La confiabilidad es el nivel del instrumento empleado en relación a los resultados coherentes y veraces arrojados que esté presente. Es decir, si estos son aplicados a diferentes muestras, estos instrumentos demostraran la misma veracidad y confiabilidad en sus resultados (Valderrama, 2016).

3.5. Procedimientos

En los procedimientos de recolección de información se desarrolló bajo un esquema de acuerdo al ACI y NTP. Estas se realizaron por etapas, a continuación, se muestran las siguientes:

Etapas 1: Obtención de los materiales para la fabricación del concreto: cemento, agregados, agua y aditivo (nanosílice).

- ✓ **Cemento:** el material principal ha sido elegido de acuerdo a la necesidad de la investigación, para el presente, se procedió a realizar la investigación con un cemento de Tipo I "SOL", por razones que no se contemplan en el estudio un cemento especial y esta generalmente es empleada en la mayoría de construcciones; y su calidad equivale a las especificaciones **ASTM C-150**.

- ✓ **Agregados:** en cuestión de sólidos gruesos y finos, esta se obtuvo de proveniencia de la cantera de Challhua, ubicada en el distrito Huaraz, provincia Huaraz, departamento Ancash; donde se compró en cantidades necesarias y posteriormente trasladada al laboratorio para los estudios respectivos.
- ✓ **Agua:** respecto al agua que ha sido utilizada, fue el agua potable de Huaraz, la cual se utiliza el agua limpia y libre de impurezas, esta se tomó directamente del laboratorio donde se fabricó el concreto.
- ✓ **Aditivo:** se obtuvo el aditivo en la zona de estudio, calificando su calidad elegida según la norma **ASTM C-39/NTP 339.034, ASTM C-496/NTP 339.084 y ASTM C-78/NTP 339.078**

Etapas 2: Estudio y determinación de las características de los materiales: agregados (granulometría, peso específico, contenido de humedad, absorción, módulo de finura)

- ✓ **Porcentaje de Contenido de humedad (%)**

Para este procedimiento se ha tomado en cuenta la **normativa técnica peruana 339.185** para seguir el procedimiento del ensayo correcto para el cálculo del contenido de humedad de agregados.

Se procedió con el pesado del agregado húmedo, y precedentemente con el secado de la misma mediante el horno ventilado para su posterior pesado con la balanza electrónica; por último, se calculó realizando los pesados correspondientes el volumen deductorio que representa al volumen de humedad; entonces, esta se expresa en %.

- ✓ **Granulometría**

Este procedimiento se siguió cumpliendo con la normativa **NTP 400.012:** para seguir el procedimiento del análisis granulométrico de todo tipo de

agregados. Mediante este procedimiento podremos hallar los pesos retenidos según su diámetro en cada tamiz para su análisis.

- **Para el agregado fino:** el proceso se sigue siguiendo las pautas del **NTP 400.010**; se procedió con el secado de la muestra reducida utilizando el horno ventilado. El tamizado con las mallas a emplearse con las numeraciones (Nº4, Nº8, Nº16, Nº30, Nº50, Nº100 y Nº200). Luego del agitado del agregado incorporado, se procedió al pesado en la balanza electrónica de los volúmenes retenidos en cada tamiz después de realizado el ensayo.
- **Para el agregado grueso:** el proceso se siguió siguiendo las pautas del **NTP 400.010**; se procedió al secado de la muestra reducida utilizando el horno ventilado. El tamizado con las mallas a emplearse con las numeraciones 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y Nº4. Luego del agitado del agregado incorporado, se procedió al pesado en la balanza electrónica de las muestras retenidas en cada tamiz.

Figura 3

Procedimiento de ensayo granulométrico.



Nota. Fotografías propias tomadas en el laboratorio.

✓ **Peso específico y Absorción de los agregados**

El procedimiento para el ensayo en mención se determinó tomando en consideración la **normativa técnica peruana 400.021**

Para el agregado fino:

Inicialmente para el procedimiento se preparó 1000 gramos de agregado fino aplicando la metodología del cuarte y posteriormente el secado del volumen de forma constante a 100°C +/- 5°C; Posteriormente, se deja reposar con agua durante 24 horas. Luego se inicia con el secado uniforme del agregado sobre una superficie plana y se continuo con el procedimiento.

Contando con un agregado ya sea fino o grueso visiblemente seco, se procedió a colocar un molde cónico donde fue llevado el agregado y se golpeó alrededor de 25 veces con la barra para posteriormente elevar el molde.

Consiguiendo el paso anterior, se introdujo en un frasco una muestra de 500 gramos de agregado fino, se incluyó 500 cm³ a una temperatura de 23°C +/- 2°C. Consecuentemente, se dejó reposar durante una hora, para posteriormente agregar 500 cm³ de agua nuevamente. Finalmente, la muestra anterior, se procede a secarse a 100°C +/- 5°C. Con lo cual, los datos obtenidos se calculó el peso específico y absorción del agregado.

Figura 4

Procedimiento de ensayo de absorción y Peso específico del agregado Fino.



Nota. Fotografías propias tomadas en el laboratorio.

Para el agregado grueso:

Para el procedimiento, inicialmente se tomó una muestra de agregado grueso para realizar su secado a temperaturas de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, posteriormente se procede con el secado del mismo a una t para registrar el peso seco medido.

Consecuentemente se procedió a mojar la muestra en agua alrededor de $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, para continuar con el retiro del agua y registrar su peso saturado en la cesta para agregados y registrar sus datos para el cálculo correspondiente. Con lo cual, los datos obtenidos se calculó el peso específico y absorción del agregado.

Figura 5

Procedimiento de ensayo de absorción y Peso específico del agregado Grueso.



Nota. imágenes propias tomadas en laboratorio.

Etapa 3: Diseño de concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, y diseño con la incorporación de nanosílice en 0.9%, 1.0% y 1.1% respecto al peso del cemento.

Para el diseño de la $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ del concreto en estudio, se procedió contando con las características y particularidades físicas de los agregados fino y grueso anteriormente detallados, asimismo, planteando el asentamiento o Slump, incorporación de aire, relación agua/cemento, tamaño máx. nominal, volumen unit. de agua y considerando las pautas y procedimiento del **método 211 del ACI**.

A continuación, se presentan las fases para proceder con el diseño de mezcla de concreto $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ patrón:

I) Detalle de las características y/o propiedades físicas de los agregados

En la primera parte, se ha podido visualizar los resultados respecto a las partículas físicas de los agregados en el caso para los finos y gruesos, los cuales fueron factores para proseguir con la ejecución del diseño de la mezcla del concreto $Fc' = 420 \text{ Kg/cm}^2$ que se pretende diseñar. Para esto se empleó las siguientes características y propiedades del agregado fino y grueso:

- ✓ Peso unit. suelto seco del agregado
- ✓ Peso unit. Compactado del agregado
- ✓ Peso específico del agregado
- ✓ Absorción del agregado
- ✓ % de Contenido de humedad
- ✓ Módulo de fineza
- ✓ Tamaño Máx. Nominal

II) Elección de la Resistencia del concreto

Como se ha estipuló dentro de la muestra de estudio de la presente investigación, la resistencia que se pretendía alcanzar de diseño del concreto específicamente es de 420 Kg/cm^2 . Entonces, para esto no se toma en consideración datos disponibles sobre una desviación estándar.

III) Tamaño máx. nominal

Para el cumplimiento de lo normado en la tabla 4.1. ACI 318 en la Normativa Peruana utilizada técnicamente en estos casos, además, del Reglamento nacional de edificaciones, donde se indica que el tamaño máx. nominal no debe superar en $1/5$ como mínima medida entre los encofrados. Se halló un tamaño máx. de $1''$ y se seleccionó un tamaño máx. nominal de $3/4''$.

IV) Trabajabilidad

El asentamiento que se seleccionó para el diseño de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ del concreto para un Slump de (4" a 6") de consistencia plástica, esto siguiendo la secuencia del método ACI - Comité 211.

V) Incorporación de Aire

Se consideró el 2% de incorporación de aire para el diseño del concreto $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, con lo cual se procedió al siguiente paso de calcular el volumen unitario del agua de diseño.

VI) Volumen unitario de agua de diseño

Con la siguiente tabla que nos proporciona el Comité ACI 211.4, para un concreto en este caso sin aire incorporado según el Tamaño máx. nominal, con lo cual procedió a hallar la cantidad de lt/m^3 .

VII) Contenido de aire

Para un concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ para un proceso de diseño, el aire atrapado seleccionado en relación al tamaño máx. nominal en un porcentaje de aproximación de aire atrapado de 2.0%, se procedió según la siguiente tabla proporcionado por el ACI 211.4.

VIII) Cálculo de la relación agua-cemento

Se procedió respecto al cálculo del coeficiente de agua-cemento, desde la selección de la resistencia de diseño requerida, en decir, para el caso es 518 Kg/cm^2 , para un concreto sin incorporación de aire, entonces para la interpolación de datos y se calculó utilizando la siguiente tabla proporcionada por el ACI 211.4.

IX) Cálculo de contenido de agregado grueso en volumen

Para el cálculo del volumen de las partículas gruesas, se tomó en consideración el Tamaño Máximo= 3/4" y; por otro lado, el factor o módulo de fineza de las partículas finas = 2.5, se procede calcular utilizando la siguiente tabla normada por el ACI 211.4.

X) Cálculo de volúmenes absolutos y Volumen de agregado Fino

Contando con los datos anteriores, pesos del cemento, agua, agregado grueso, se calcularon los volúmenes absolutos dividiéndolos entre su peso específico, según lo indicado por el ACI 211.4.

XI) Dosificación final de componentes del concreto

Para el cálculo finalmente de la dosificación de los agregados, se realizó la corrección por humedades de los agregados, con esto se tuvo la dosificación final de los elementos del concreto.

Respecto a la dosificación con la inclusión del aditivo nanosílice, se realizó en reemplazo al peso del cemento, con lo cual se obtuvo dosificaciones agregando el 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice respecto al cemento.

Etap 4: Fabricación de las 36 probetas o especímenes cilíndricas de (150mm x 300mm), para el ensayo de resistencia a la compresión del hormigón.

✓ Fabricación

Para el procedimiento respectivo, se tomó en cuenta la **Normativa Peruana Técnica 339.183**. Inicialmente se seleccionaron los materiales involucrados en la elaboración del concreto en la etapa 1, según la necesidad de la cantidad de especímenes que se desea elaborar.

Figura 6
Preparación de aditivo nanosílice en laboratorio.



Nota. Fotografías propias, tomadas en el laboratorio.

Se procedió con el mezclado con una mezcladora eléctrica de 80 litros de capacidad, donde se pudieron elaborar 3 cilindros tomando en consideración los 15% de desperdicio durante la elaboración.

El procedimiento de mezclado duro en un intervalo de 3 a 4 minutos, incluyendo solo los agregados y el cemento; verificando la mezcla y la consistencia visualmente; tanto para la mezcla patrón y la mezcla sin aditivo.

Posteriormente luego de un minuto de reposo, se incluyó el agua para el mezclado por 3 minutos; como también para el concreto con aditivo.

Se tomaron medidas de calidad como la limpieza y orden con los diseños como: el cubrimiento de la parte abierta del equipo para evitar posibles salidas de los finos y contaminación exteriormente.

Figura 7

Preparación del concreto utilizando la mezcladora.



Nota. Fotografías propias, tomadas en el laboratorio.

✓ **Ensayo de Asentamiento Slump del concreto**

Para este ensayo para medir la consistencia del concreto elaborado en estado líquido; se ejecutó bajo las **normas técnicas peruanas 339.0** Entonces, inicialmente para esto se ubicó el cono de Abrams en una zona llana y limpia; posteriormente se empezó a llenar el concreto elaborado fresco en 3 etapas, hincando 25 veces el concreto fresco llenado con la varilla para que eliminar espacios.

Posteriormente, culminado de llenado y golpeado de la mezcla con la varilla, se retira el cono de Abrams y se tuvo que alinear verticalmente al costado de la mezcla esparcida con la varilla para poder medir con wincha el asentamiento Slump.

✓ **Preparación de los especímenes de concreto**

Para la preparación de especímenes de concreto elaborados, se dio inicio con la fabricación de cada espécimen respetando lo indicado y detallado por la **Normativa técnica peruana 339.183**.

Para esto se contó con los moldes necesarios para la creación de los especímenes; para esto el llenado de concreto en cada probeta se ha

realizado aplicando 25 golpes cada tercera parte para eliminar vacíos; además, de mantener siempre el área con limpieza, orden y codificación de cada espécimen para las diferentes edades de curación posteriormente.

Figura 8

Preparación de moldes de concreto y especímenes con la incorporación del aditivo.



Nota. Fotografías tomadas en el laboratorio.

Etapa 5: Curado de especímenes de concreto para prueba de capacidad de resistencia a la compresión de especímenes

Para esta etapa, se tuvo en consideración las pautas proporcionadas por la normativa del ASTM C-684-89: método normativo de curado de concreto.

Este proceso se realizó en el laboratorio, especialmente en el espacio donde se puede sumergir los especímenes de concreto en toda su extensión. Entonces, dependiendo a las edades de curación del concreto para su posterior ensayo a la resistencia a la compresión del concreto.

Figura 9

Proceso de marcado de moldes elaborados antes del curado, tanto el Concreto convencional y los experimentales con la incorporación del aditivo nanosílice.



Nota. Fotografías tomadas en el laboratorio, 2021.

Etapas 6: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de resistencia de hormigón a la compresión a la edad de curación de 7, 14 y 28 días.

Los ensayos de resistencia del concreto a la compresión se realizaron bajo la Normativa técnica peruana 339.034 y la ASTM C39 en la máquina de compresión.

El inicio del procedimiento del ensayo en la prensa hidráulica para medir la resistencia a la compresión del concreto se realizó bajo las pautas de la normativa en mención. Estas probetas contaron con la edad de curación estipulada de 7, 14 y 28 días.

Inicialmente se procedió a medir los especímenes para cuantificar datos exactos sobre el concreto de muestra para la investigación; además de los resultados proporcionados por la prensa automática.

Se tomaron 3 testigos para el promedio de los valores. Para esto, para cada espécimen de concreto fabricado, la carga impuesta mantuvo en condiciones y rangos de 0.15 a 0.35 Mpa/s.

Figura 10

Ensayo de compresión de concreto en prensa automática de compresión.



Nota. Fotografías propias tomadas en el laboratorio.

Se colocaron los especímenes centrados sobre el bloque inferior de la prensa automática, aplicándole cargas. Entonces, se toma los datos arrojados y se contabiliza en el registro para su posterior procesamiento en nuestro instrumento de investigación elaborado y validado.

Etapas 7: Realización de tablas comparativas y explicativas sobre las particularidades de los agregados, propiedades físico mecánicas del concreto de máximas resistencias, para posteriormente analizar estos resultados.

Habiendo realizado las 6 etapas para la obtención de resultados en laboratorio, se procedió con la elaboración de tablas, gráficos y su respectiva interpretación de los resultados para generar discusiones.

Etapas 8: Redacción de la contrastación de la hipótesis, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, dentro del procedimiento último, se procedió a realizar la contrastación de la hipótesis, teniendo los resultados finales para verificar si

se aceptó o rechazó la hipótesis planteada; además, se realizaron las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los objetivos específicos planteados inicialmente.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis respectivo, posterior a la obtención de los resultados posterior al procesamiento de la información se aplicó la estadística descriptiva.

La interpretación de la información resultante a partir del procesamiento de la información, ha sido presentada mediante tablas para el análisis de comparabilidad de resultados, sobre las medidas en cuanto a resistencia a la compresión del hormigón.

Adicionalmente, estas tablas se han interpretado a través de gráficos para una mejor comprensión de resultados obtenidos, donde se puede percibir entre los máximos y mínimos datos obtenidos.

Los softwares empleados para el análisis de datos se utilizaron:

1. Excel: para la conformación de fórmulas, creación de formatos, creación de tablas y gráficos para el análisis.
2. Word: para redactar e interpretar el análisis realizado estipulado dentro del informe general de la investigación.

Resistencia del concreto a la compresión (ASTM C39)

El análisis de los resultados hallados y procesados sobre la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días, se analizaron bajo si estas cumplían con el 70% de la f'_c de diseño.

Respecto al análisis respecto a la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de edad de concreto, se analizaron si estas cumplían con 100% de la resistencia del concreto de diseño. Por último, en relación al análisis ejecutado de la resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días de edad

del hormigón, se analizaron si cumplían con el 100% de la resistencia f_c de diseño.

3.7. Aspectos éticos

- ✓ **Beneficencia:** En el presente estudio de investigación se ha buscado hacer el mayor bien posible, aplicando el respeto a los autores que han brindado los aportes y conocimientos al ámbito científico; de forma que, en las bases teóricas, se ha citado los diferentes conceptos y descripciones que hacen el desarrollo de la investigación, y lo que se ha reflejado en cada párrafo. Además, para esto el trabajo ha sido revisado mediante el programa Turnitin,
- ✓ **No maleficencia:** Con la presente investigación se guarda el aspecto, donde no se ha pretendido en ningún proceso de la investigación realizar algún tipo de daño, sin mantener algún conflicto con algún otro principio ético. Además, la recolección de datos se ha realizado en un laboratorio, área y zona privada sin afectar los alrededores para la realización de esta investigación.
- ✓ **Autonomía:** en el presente estudio, se ha visto aplicada la autonomía dentro de los aspectos de elección de criterio, con individualidad en opinión dejando efecto ante el deseo de otros.
- ✓ **Justicia:** en la investigación se ha distribuido de forma justa y equitativa los beneficios y riesgos del estudio. Asimismo, dentro de la justificación de la investigación. Por otra parte, dentro de la recopilación de la información o datos en laboratorio y el tratamiento correcto de la toda la información hasta la obtención de resultados, se ha desarrollado bajo normas como el ACI y Norma Técnica Peruana. Finalmente, confiando de forma justa la veracidad de los resultados. De esta manera se fundamenta en la ética de este aspecto.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades y/o Características físicas de los agregados provenientes de la cantera Challhua, Huaraz.

Según nuestro primer objetivo específico, se procede a determinar las particularidades y/o características físicas de los agregados fino y grueso, en este caso provenientes de la cantera Challhua. Para tal, se han aplicado la normativa internacional y nacional (NTP) en la realización de los diferentes ensayos.

4.1.1. Análisis de la granulometría de los agregados de la cantera Challhua

Análisis Granulométrico “Agregado Fino”

Dentro de este análisis, posterior a la realización de los ensayos en laboratorio, se presentan los siguientes resultados respecto análisis sobre la granulométrica del agregado fino y se presentan en la siguiente tabla:

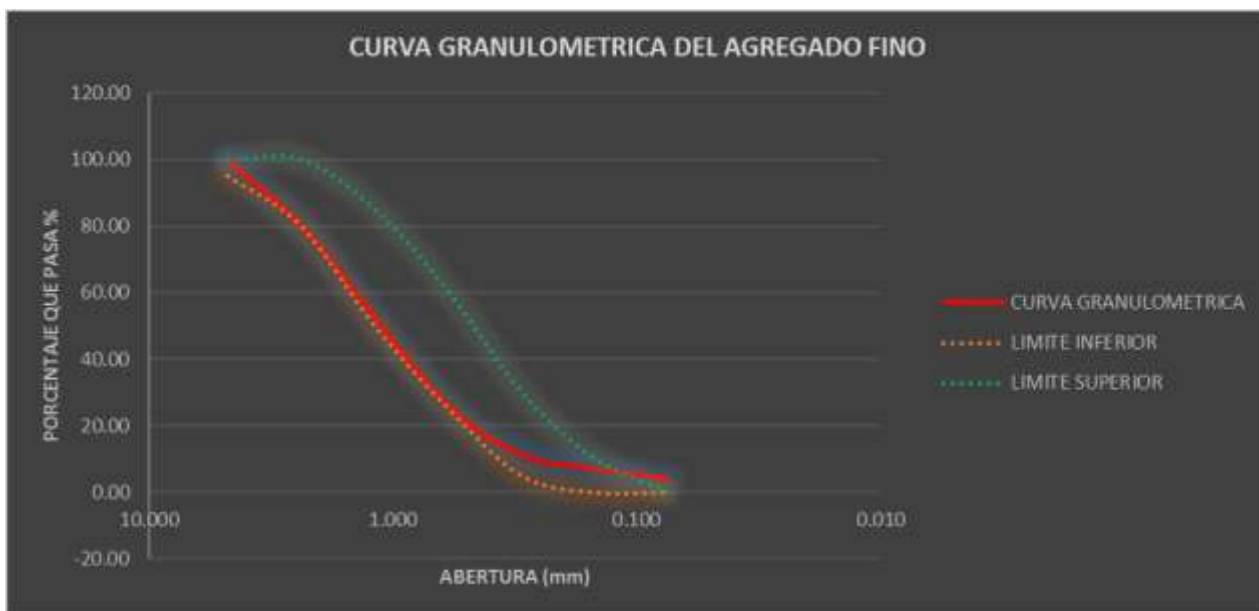
Tabla 4

Resultados de Análisis de granulometría del Agregado Fino, cantera Challhua.

CANTERA CHALLHUA "MUESTRA AGREGADO FINO"						
Peso Inicial de la Muestra = 2788 gr						
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	(%)	% Q' Pasa	Agregado fino	
					L. Inferior %	L. Superior %
4	4.760	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
8	2.380	556.00	19.94	80.06	80.00	100.00
16	1.190	765.00	27.44	52.62	50.00	85.00
30	0.590	753.00	27.01	25.61	25.00	60.00
50	0.297	400.00	14.35	11.26	5.00	30.00
100	0.149	118.00	4.23	7.03	0.00	10.00
200	0.074	82.00	2.94	4.09	0.00	0.00
Cazoleta		114.00	4.09			
Total Retenido :		2788.00	100.00			

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

Figura 11
 Curva de la granulometría del agregado fino.



Nota. Figura propia del autor.

Análisis Granulométrico “Agregado Grueso”

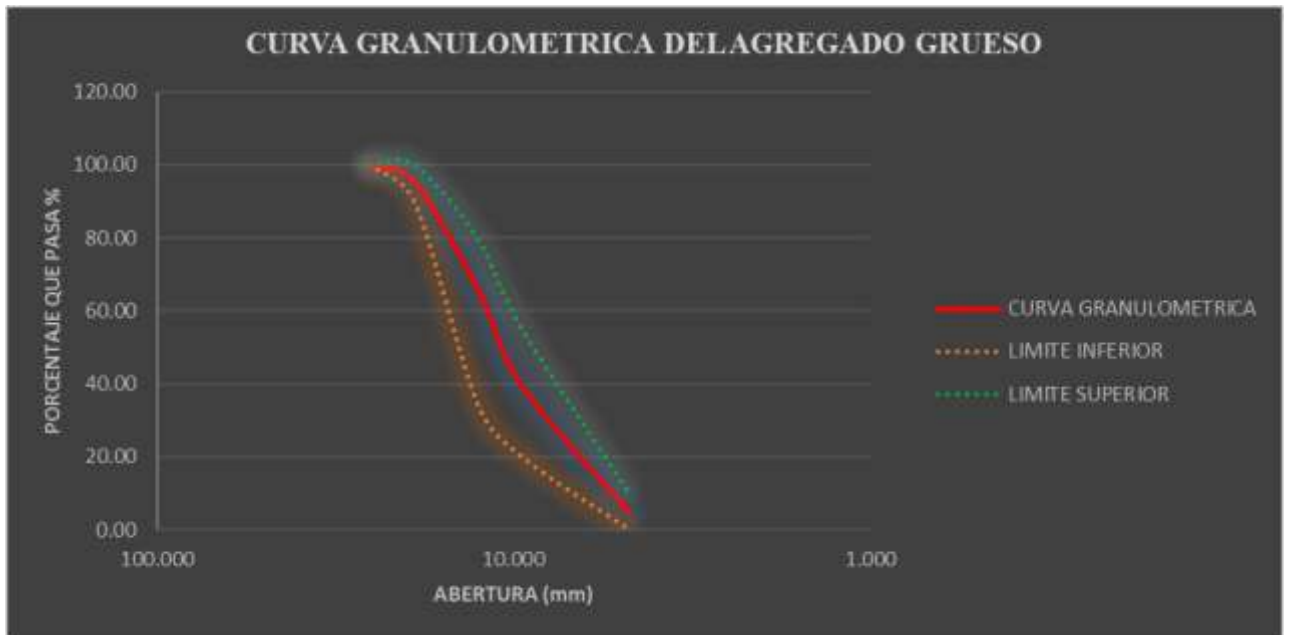
Respecto al análisis, se presentan los resultados procesados, posterior al ensayo de análisis granulométrico del agregado en este caso en relación al tipo fino:

Tabla 5
 Análisis de la granulometría del Agregado Grueso.

CANTERA CHALLHUA "MUESTRA AGREGADO GRUESO"						
Peso Inicial de la Muestra =			9107	gr		
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	(%)	% Q' Pasa	Agregado fino	
					L. Inferior %	L. Superior %
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	430.00	4.72	95.28	90.00	100.00
1/2"	12.700	2652.00	29.12	66.16	35.00	80.00
3/8"	9.510	2435.00	26.74	39.42	20.00	55.00
4	4.760	3170.00	34.81	4.61	0.00	10.00
8	2.380	420.00	4.61			
Total Retenido :		9107.00	100.00			

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

Figura 12
Curva de la granulometría del agregado Grueso.



Nota. La elaboración de la figura es propia del autor.

4.1.2. Porcentaje de Contenido de humedad de los agregados fino y grueso

Para la determinación de contenido de humedad en porcentaje del agregado fino y grueso se ha aplicado la normativa del ASTM D-2216-71 y Normativa Técnica Peruana (339.185).

El proceso para el tratamiento y el cálculo de los resultados con la siguiente expresión de resultados:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Donde los parámetros son los siguientes:

P = Contenido en porcentaje de humedad.

W = Cantidad de Masa de muestra húmeda en gramos

D = Cantidad de Masa de la muestra seca en gramos

Los resultados procesados, se detallan explícitamente en las siguientes tablas:

Tabla 6

Porcentaje de Contenido de humedad (%) de Agregado Fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71		
AGREGADO FINO		
Recipiente N°	1	2
1 Recip. + Suelo Humed. (gr)	784.70	899.20
2 Recip. + Suelo Seco. (gr)	761.10	875.10
3 Recipiente (gr.)	168.00	166.30
4 Peso del Agua (1) - (2) gr.	23.60	24.10
5 Suelo Seco (2) - (3) gr.	593.10	708.80
6 Contenido de Humedad (4/5)x100%	3.98	3.40
7 Contenido de Humedad Promedio	3.69	

Nota: Elaboración propia.

De la tabla 6, sobre el procesamiento y cálculo del contenido de humedad en porcentaje, se puede observar sobre que la humedad del agregado fino promedio es igual a 3.69 %.

Tabla 7

Porcentaje de Contenido de humedad (%) de Agregado Grueso de la cantera de Challhua.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71		
AGREGADO GRUESO		
Recipiente N°	3	4
1 Recip. + Suelo Humed. (gr)	1127.60	915.80
2 Recip. + Suelo Seco. (gr)	1120.90	910.20
3 Recipiente (gr.)	163.80	163.50
4 Peso del Agua (1) - (2) gr.	6.70	5.60
5 Suelo Seco (2) - (3) gr.	957.10	746.70
6 Contenido de Humedad (4/5)x100%	0.70	0.75
7 Contenido de Humedad Promedio	0.72	

Nota. propia del autor.

Por lo tanto, en la tabla anterior, se podrá visualizar el porcentaje que retiene el agregado grueso en promedio respecto a la humedad, entonces el agregado grueso de la cantera de Challhua es tiene un 0.72 %.

4.1.3. Cálculo del Peso Unitario de los agregados fino y grueso de la cantera de Challhua.

Para la sección de cálculo del Peso unitario de los agregados ya sea fino o grueso, se obtuvieron los resultados aplicando las fórmulas siguientes:

Peso unitario compactado:

$$P.U.C. = \frac{(Peso\ de\ la\ arena(Compactado)+molde)-Peso\ del\ molde}{Volumen\ del\ molde}$$

Peso unitario Suelto:

$$P.U.C. = \frac{(Peso\ de\ la\ arena(Suelto)+molde)-Peso\ del\ molde}{Volumen\ del\ molde}$$

Tabla 8

Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino de la cantera de Challhua.

Ensayo de Peso Unitario Muestra N°	Peso Unitario del Agregado fino					
	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compacto		
	1	2	3	1	2	3
Material + Molde (gr)	7765	7755	7750	8050	8065	8070
Peso del Molde (gr)	3420	3420	3420	3420	3420	3420
Peso del Material (gr)	4345	4335	4330	4630	4645	4650
Volumen de Molde (cm3)	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso Unitario (gr/cm3)	1.565	1.562	1.560	1.668	1.673	1.675
Peso Unitario Promedio (gr/cm3)		1.562			1.672	

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

Realizando los cálculos se obtuvieron el Peso Unitario Suelto promedio de 1.562 gr/cm³ y con un Peso Unitario Compacto Promedio de 1,672 gr/cm³, en este caso para las partículas finas de la cantera de Challhua.

Tabla 9

Determinación del Peso Unitario del Agregado Grueso de la cantera de Challhua.

Peso Unitario del Agregado Grueso						
Ensayo de Peso Unitario	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compacto		
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Material + Molde (gr)	27205	27215	27225	28670	28680	28690
Peso del Molde (gr)	7380	7380	7380	7380	7380	7380
Peso del Material (gr)	19825	19835	19845	21290	21300	21310
Volumen de Molde (cm ³)	13724	13724	13724	13724	13724	13724
Peso Unitario (gr/cm ³)	1.445	1.445	1.446	1.551	1.552	1.553
Peso Unitario Promedio (gr/cm³)	1.445			1.552		

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

Finalmente, realizados los ensayos y cálculos se obtuvieron el P.U.S. promedio de 1.445 gr/cm³ y un P.U.C. Promedio de 1.552 gr/cm³, para el agregado grueso de la cantera de Challhua.

4.1.4. Cálculo de la absorción y la Gravedad Específica de los agregados fino y grueso.

Respecto a la absorción de agregados implicados y la gravedad específica de las partículas finas y gruesas, han sido calculado en aplicación de las siguientes formulas:

Gravedad Especifica:

$$\text{Gravedad Especifica} = \frac{A}{B+S-C}$$

$$\text{Gravedad Especifica Aparente} = \frac{A}{B+A-C}$$

Donde los parámetros son los siguientes:

“A” = representa el peso en el aire de la muestra (gr.)

“B” = representa el peso del picnómetro lleno de agua (gr.)

“S” = representa el peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco.

“C” = representa el peso del picnómetro con muestra y agua, en (gr.)

Absorción:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{S-A}{A} \times 100$$

Con base a las fórmulas empleadas, entonces, se presentan los resultados encriptados en laboratorio, de las cuales han sido de utilidad para el cálculo de la absorción y la gravedad específica de los agregados o partículas finas y gruesas:

Tabla 10

Resultado de Absorción y Gravedad Especifica del Agregado Fino.

AGREGADO FINO					
IDENTIFICACION		5	6	7	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca. (en Aire)	300.00	302.14	302.86	
B	Peso Frasco + Agua	663.50	664.60	663.75	
C	B + A	963.50	966.74	966.61	
D	Peso del Mat.+Agua en el frasco	849.9	851.12	851.92	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacios = C - D	113.60	115.62	114.69	
F	Peso de material seco en estrufa	296.30	298.12	297.65	
G	Volumen de masa = E - (A - F)	109.90	111.60	109.48	PROMEDIO
	P.e. Bulk(Base seca) = F/E	2.61	2.58	2.60	2.59
	P.e. Bulk(Base saturada) = A/E	2.64	2.61	2.64	2.63
	P.e. Aparente(Base seca) = F/G	2.70	2.67	2.72	2.70
	% de Absorción = ((A - F)/F)X100	1.25	1.35	1.75	1.45

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

Tabla 11

Resultados de absorción y Gravedad Especifica del Agregado Grueso.

AGREGADO GRUESO					
IDENTIFICACION		8	9	10	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca. (en Aire)	965.50	968.00	966.30	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca. (en Agua)	606.10	607.20	604.50	
C	Vol. de Masa/Vol. de Vacios = A-B	359.40	360.80	361.80	
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°C)	956.7	960.1	958.6	
E	Vol. Masa = C - (A - D)	350.60	352.90	354.10	PROMEDIO
	P.e. Bulk(Base seca) = D/C	2.66	2.66	2.65	2.66
	P.e. Bulk(Base saturada) = A/C	2.69	2.68	2.67	2.68
	P.e. Aparente(Base seca) = D/E	2.73	2.72	2.71	2.72
	% de Absorción = ((A - D)/D)X100	0.92	0.82	0.80	0.85

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

4.2. Diseño de Mezcla del Concreto de altas resistencias de $F'c=420 \text{ kg/cm}^2$, mediante el método 211 del ACI.

Posterior al procesamiento de datos, los cálculos realizados mediante el tratamiento y el análisis correspondiente, se determinan los resultados respecto al diseño de mezcla del concreto aplicando y mediante las sugerencias del consejo ACI 211.4. Entonces, contando con los resultados del objetivo específico anterior, se procedió a diseñar en concreto de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ y de esta manera se obtuvieron los resultados:

DISEÑO DE MEZCLA (MÉTODO ACI)

MATERIALES

CEMENTO	
TIPO	I
MARCA	SOL
PESO ESPECÍFICO	3,15

$F'c = 420$	kg/cm²
-------------------------------	--------------------------

AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO ESPECÍFICO	2,64	2,68
ABSORCIÓN	1,25	0,85
CONTENIDO DE HUMEDAD	3,69	0,72
MODULO DE FINEZA	3,2	6,61
TAMAÑO MÁXIMO	-	3/4"
PESO UNITARIO SUELTO	1562	1445
PESO UNITARIO COMPACTADO	1672	1552

1. Cálculo de $F'cr$ (resistencia promedio requerida)

Esta a función al $F'c$ (resistencia a la compresión del concreto a utilizar)

Quando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores.

$F'c$	$F'cr$
Menos de 210	$F'c + 70$
210 - 350	$F'c + 84$
Mayores a 350	$F'c + 98$

$F'cr$	420	kg/cm²
--------------------------	------------	--------------------------

2. CONTENIDO DE AIRE

Tamaño máximo nominal	=	3/4"
-----------------------	---	------

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO (TABLA N° 1)

AIRE	=	2%
------	---	----

3. CONTENIDO DE AGUA

Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, Tamaño Máximo de agregado y contenido de aire.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (TABLA N° 2)

AGUA	=	205	Lt/m ³
------	---	-----	-------------------

4. RELACION A/C (Por resistencia F'cr)

RELACION DE AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA (TABLA N°3)

F'cr		Relacion A/C
300	—————	0,55
420	—————	x
450	—————	0,38
A/C	=	0,414

5. CONTENIDO DE CEMENTO

A = AGUA	=	205	Lt/m ³
----------	---	-----	-------------------

A/C	=	0,414
-----	---	-------

C	=	495,169	kg
---	---	---------	----

Factor cemento	=	11,65	bls
----------------	---	-------	-----

6. PESO DE AGREGADO GRUESO

P.A.G =	(b/b _o) x peso U.S.C.
---------	-----------------------------------

PESO DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (TABLA N° 4)

P.A.G =	1024,32	kg
---------	---------	----

7. VOLUMEN ABSOLUTO

AIRE =	2%	%
AGUA =	205	Lt
CEMENTO=	495,17	kg
PESO A. GRUESO =	1024,32	kg

AIRE =	0,02	m ³
AGUA =	0,205	m ³
CEMENTO=	0,157	m ³
VOLUMEN A. GRUESO =	0,382	m ³

Suma de volúmenes=	0,764	m ³
--------------------	-------	----------------

VOLUMEN A. FINO =	0,236	m ³
-------------------	-------	----------------

8. CALCULAR EL PESO DE AGREGADO FINO

PESO A. FINO =	621,970	kg
----------------	---------	----

9. PRESENTACION DE DISEÑO EN ESTADO SECO

CEMENTO=	495,17	kg
PESO A. FINO =	621,97	kg
PESO A. GRUESO =	1024,32	kg
AGUA =	205,00	Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESO SECO X((CONTENIDO DE HUMEDAD/100)+1)... FORMULA

AGREGADO FINO =	644,92	kg
AGREGADO GRUESO=	1031,70	kg

11. APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

$$\frac{((\text{CONTENIDO DE HUMEDAD} - \text{ABSORCION}) \times (\text{AGREGADO SECO CORREGIDO}))}{(100)}$$

AGREGADO FINO =	15,74	Lt
AGREGADO GRUESO=	-1,34	Lt

SUMA =	14,39	Lt
--------	-------	----

12. AGUA EFECTIVA

AGUA =	190,61	Lt
--------	--------	----

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
495,17	644,92	1031,70	190,61

PROPORCION DEL DISENO

1	1,30	2,08	16,36
---	------	------	-------

14. PARA UNA BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
42,5	55,35	88,55	16,36

S =	202,76	kg/bls
-----	--------	--------

15. RENDIMIENTO POR BOLSA

RENDIMIENTO =	0,08	m ³ /bls
---------------	------	---------------------

16. TANDA POR METRO CUBICO

TANDA =	11,84	TANDA/m ³
---------	-------	----------------------

17. PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
503,05	655,19	1048,12	193,64

18. PARA UNA PROBETA

CEMENTO =	2,797	kg
1 m ³	=====	503,05 kg
0,0056 m ³	=====	x kg

$$x = 2,797$$

AGREGADO FINO =	3,643	kg
1 m ³	=====	655,1876506 kg
0,0056 m ³	=====	x kg

$$X = 3,64$$

AGREGADO GRUESO =	5,828	kg
1 m ³	=====	1048,120231 kg
0,0056 m ³	=====	x kg

$$X = 5,828$$

AGUA =	1,077	Lt
1 m ³	=====	193,6396851 kg
0,0056 m ³	=====	x kg

$$X = 1,077$$

19. MAS 10 % DE DESPERDICIO

CEMENTO =	3,08	kg
AGREGADO FINO =	4,01	kg
AGREGADO GRUESO =	6,41	kg
AGUA =	1,18	Lt

20. PARA 36 PROBETAS

CEMENTO =	110,76	Kg
AGREGADO FINO =	144,26	Kg
AGREGADO GRUESO =	230,77	Kg
AGUA =	42,63	Lt

En síntesis, haciendo referencia nuestra muestra de 36 especímenes necesarias según nuestra muestra, el diseño de concreto de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, tiene como dosificaciones: cemento: 110,76 Kilogramos; Agreg. Fino: 144,26 Kilogramos; Agreg. Grueso= 230 Kilogramos; y agua: 42,63 litros. Esta dosificación calculada para el volumen de los 36 especímenes que servirán para proseguir con las investigaciones.

4.3. Análisis de la variación de las resistencias máximas del concreto $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ a la compresión, tanto del patrón y experimental con la incorporación de nanosílice de 0.9%, 1% y 1.1%.

Para el desarrollo de esta tercera parte de la investigación, el equipo que se identificó para hacer la rotura fue la prensa neumática. Ahora los concretos de alta resistencia alcanzan la resistencia a los 90 días o posterior, pero normalmente alcanza a los 28 días de curación.

Entonces antes de la rotura de probetas como desde un inicio, las edades de curación don 7, 14 y 28 días. Los resultados se describen a continuación:

Tabla 12

Resultados de las Resistencias a la compresión del concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$, tanto el convencional, y con la influencia del nanosílice en porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1%.

		RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$			
		C. Patrón	NS-0.9%	NS-1.0%	NS-1.1%
Edades de Curación del concreto	7 días	330.36	402.15	401.02	399.72
		335.57	405.56	398.47	397.23
		332.98	404.28	394.96	396.4
	Promedio	332.97	404.00	398.15	397.78
	14 días	390.09	500.17	490.14	488.51
		393.28	496.81	493.29	490.1
		397.06	502.34	494.1	491.62
	Promedio	393.48	499.77	492.51	490.08
	28 días	420.26	536.89	520.14	511.24
		423.35	538.10	519.56	514.6
		418.19	535.24	521.58	512.46
	Promedio	420.60	536.74	520.43	512.77

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

De la tabla 12, se puede deducir que la resistencia mínima es de 332.97 Kg/cm^2 del concreto patrón o convencional a los 7 días de curación; asimismo, cumple con el 70% de la resistencia de diseño planteado. Además, con la incorporación en % de nanosílice la mayor resistencia a la compresión de concreto, se ha obtenido 536 Kg/cm^2 al agregar 0.9% de nanosílice al diseño del concreto $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ respecto al peso del cemento; esta máxima resistencia se ha obtenido a los 28 días de curación del concreto.

Tabla 13

Resumen de resistencias procesadas del concreto $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ y con la incorporación de % de nanosílice.

RESUMEN DE RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE ROTURA							
Concreto $F'c= 420 \text{ kg/cm}^2$							
Diseños de concreto	Edades de curación						
	0 Días	7 Días		14 Días		28 Días	
	kg/cm2	kg/cm2	%Alcanzado	kg/cm2	%Alcanzado	kg/cm2	%Alcanzado
Concreto Patrón	0	332.97	79.28%	393.48	93.68%	420.60	100.14%
NS - 0.9%	0	404.00	96.19%	499.77	118.99%	536.74	127.80%
NS - 1.0%	0	398.15	94.80%	492.51	117.26%	520.43	123.91%
NS - 1.1%	0	397.78	94.71%	490.08	116.68%	512.77	122.09%

Nota. La elaboración de la tabla es propia del autor.

De la tabla 13, se puede constatar, la variación máxima que existe respecto al concreto patrón es de 27.80% en el diseño del hormigón de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$, incorporando el 0.9% de nanosílice con respecto al peso del cemento.

Figura 13

Gráfico de resumen de resistencias máximas del hormigón $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$ a la compresión + %nanosílice.



Nota. La gráfica es propia del autor.

Finalmente, en la figura 13 se puede deducir que las resistencias máximas a la compresión se han hallado dentro de los 28 días de curación del concreto. La resistencia mínima a esta edad de curación se halló al adicionar en el 1.1% de nanosílice con respecto al cemento, donde se obtuvo una $f'c = 512 \text{ Kg/cm}^2$ y la resistencia máxima alcanzada del hormigón se halló al adicionar 0.9% de

nanosílice con respecto al cemento, donde se obtuvo una resistencia máxima de $f'c=536\%$.

4.4. Contratación de hipótesis

4.4.1. Hipótesis General

La incorporación del 0,9%, 1% y 1,1% de nanosílice mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$

Hipótesis Nula (Ho)= La adición de porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1,1% de nanosílice respecto al peso del cemento, no mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$

Hipótesis Alternativa (Ha)= La adición de porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1,1% de nanosílice respecto al peso del cemento, mejora la resistencia a la compresión del concreto $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$

Teniendo en consideración la hipótesis planteada y como resultados principales sobre el mejoramiento de la resistencia a la compresión del hormigón con la adición porcentual del aditivo nanosílice, se confirma la hipótesis alternativa (Ha) y se rechaza la hipótesis nula (Ho). **En conclusión**, la adición porcentual de nanosílice respecto al peso del cemento ha demostrado que mejora la propiedad mecánica del concreto ocasionando como respuesta variaciones de 27.80%, 23.91% y 22.09% al incorporar el 0.9%, 1.0% y 1.1% del aditivo nanosílice respectivamente.

V. DISCUSIÓN

1. Objetivo general: Analizar la influencia de la adición de porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 420\text{kg/cm}^2$.

Dentro del objetivo general se obtuvo como resultados respecto a la resistencia a la compresión del hormigón $f'c=420\text{ Kg/cm}^2$, que, primero a los 7 días de curación del concreto con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, las resistencias alcanzadas como máximas a la compresión del hormigón halladas fueron de 404.00 Kg/cm^2 , 398.15 Kg/cm^2 y 397.78 Kg/cm^2 respectivamente. Mientras que a los 14 días de curación del concreto con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice, obtuvo las resistencias máximas alcanzadas de 499.77 Kg/cm^2 , 492.51 Kg/cm^2 y 490.08 Kg/cm^2 respectivamente. Por último, a los 28 días de curación con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1.% de nanosílice respecto al peso del cemento, las resistencias a la compresión máxima del hormigón halladas fueron de 536.74 Kg/cm^2 , 520.43 Kg/cm^2 y 512.77 Kg/cm^2 respectivamente.

Flores en su investigación sobre el “Análisis comparabilidad de las características y propiedades físico-mecánicas del concreto de máximas resistencias con la inclusión de microsílice y nanosílice, Lima-2019”, concluye que el rendimiento máximo a los 7 días de edad del concreto con la adición de 0.5%, 1.5% y 3.0% de nanosílice, obtuvo las resistencias máximas alcanzadas de 328.67 Kg/cm^2 , 327.33 Kg/cm^2 y 356.00 Kg/cm^2 respectivamente. Consecuentemente, el rendimiento máximo a los 14 días curación del concreto con la adición de 0.5%, 1.5% y 3.0% de nanosílice, obtuvo las resistencias máximas alcanzadas de 501.00 Kg/cm^2 , 555.67 Kg/cm^2 y 648.00 Kg/cm^2 respectivamente. Finalmente, a los 28 días de la edad del hormigón con la inclusión del 0.5%, 1.5% y 3.0% de nanosílice, obtuvo las resistencias máximas alcanzadas de 802.00 Kg/cm^2 , 922.67 Kg/cm^2 y 964.33 Kg/cm^2 respectivamente.

Entonces realizando el cotejo con la presente investigación, a los 7 días de curación las resistencias máximas alcanzadas decrecen en relación al aumento del porcentaje de nanosílice experimentado; lo que ocurre lo contrario con los resultados obtenidos por Flores a los 7 días de curación, donde las resistencias máximas alcanzadas crecen en relación al aumento en porcentaje de nanosílice experimentado. A los 14 días de edad del concreto las resistencias máximas alcanzadas en la presente investigación también muestran un decrecimiento al experimentar mayor porcentaje de nanosílice; mientras que Flores en su investigación experimenta un aumento en las resistencias máximas alcanzadas de acuerdo al aumento en porcentajes de nanosílice. Finalmente, a los 28 días de edad del concreto, en la investigación las resistencias halladas vuelven a mostrar un decrecimiento en relación al aumento de porcentaje de nanosílice; lo que se vuelve a mostrar en contrariedad a los experimentado por Flores a los 28 días de edad del concreto, donde se muestra un crecimiento de resistencia alcanzada de acuerdo al aumento de porcentaje de nanosílice experimentado.

2. Objetivo específico 1: Determinar las características físicas de los agregados provenientes de la cantera Challhua, Huaraz.

Dentro del primer objetivo específico los resultados en engloban en los datos obtenidos respecto a las propiedades elementales de los sólidos extraídos de la cantera: el contenido de humedad en porcentaje del agregado fino y grueso es 3.69% y 0.72% respectivamente; además, el peso unitario suelto de los agregados fino y grueso es 1562 Kg/m³ y 1445 Kg/m³ consecuentemente; ahora, la cantidad de peso unitario de los agregados fino y grueso compactado son 1672 Kg/m³ y 1552 Kg/m³; el porcentaje de absorción de agregado o partículas gruesas y finas son 0.85 y 1.45, respectivamente; y módulo de fineza de 1.45 y 0.85 respectivamente. Finalmente se conocen los factores de las propiedades físicas para la fabricación del hormigón de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$.

Espinoza y Guerrero en su tesis sobre “El Análisis de comparabilidad de la Resistencia a la Compresión $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ aplicando los Cemento Sol y

Quisqueya en la ciudad de Huaraz, 2019". Obtuvo dentro de las particularidades de los agregados de la cantera de Challhua, Huaraz de acuerdo a la granulometría hallada respecto a los finos y gruesos: porcentaje de contenido de humedad de 4.64 % y 0.10%; mientras que el peso unitario de 1499 Kg/m³ y 1632 Kg/m³ en el caso suelto, respectivamente; y el peso unitario de 1788 Kg/m³ y 1814 Kg/m³ compactado, respectivamente; finalmente, el peso específico de 2596 Kg/m³ y 2659 Kg/m³ consecuentemente; y por último, el módulo de fineza 2.93 y 8.12 consecuentemente.

Dentro de la discusión se puede mencionar que los parámetros obtenidos en relación a las propiedades de los agregados se presentan en un rango regular de variación como, por ejemplo, la variabilidad en el porcentaje de humedad de los sólidos finos y gruesos es 3.19% y 0.75% respectivamente. La variación de propiedades respecto al peso unitario de los sólidos finos y gruesos en el caso suelto es de 63 Kg/m³ y 187 Kg/m³ consecuentemente. La variación respecto al peso unitario de los sólidos finos y gruesos es 116 Kg/m³ y 262 Kg/m³ en el caso compactado; y por último, el módulo de fineza en una variación de 1.48 y 7.24 respectivamente.

3. Objetivo específico 2: Realizar el diseño de mezclas del concreto de $F'c=420$ kg/cm², mediante el método del ACI para obtener la dosificación adecuada.

Dentro del segundo objetivo específico los resultados entorno a los datos obtenidos en relación al diseño del hormigón de $F'c=420$ Kg/cm² para la muestra seleccionada, contienen la siguiente dosificación cemento: 503,05 Kg/m³, sólidos Finos: 655.19 Kg/m³, sólidos Gruesos= 1048.12 Kg/m³ y agua: 193.04 litros/m³.

Molina y Chara, en su tesis de investigación titulada sobre la "Incidencia de la incorporación de nanosílice en las particularidades y/o propiedades de un concreto de altas resistencias en Arequipa, Perú". Donde obtuvo como resultados dentro de los elementos del diseño para un hormigón $F'c=420$

Kg/cm², las siguientes proporciones: cemento 411.06 Kg/m³, Agreg. Fino: 665.07 Kg/m³, Agreg. Grueso=1049.08 Kg/m³ y agua efectiva: 204,49 lt

Entonces se discute en relación a la presente investigación, que se presentan mínimos porcentajes de variación; esto, efecto de a las diferentes propiedades halladas de los agregados. Es por esto, que los componentes de diseño de concreto de $F'c=420$ Kg/cm² para la muestra seleccionada tienen la siguiente dosificación cemento: 503,05 Kg/m³, Solidos Finos: 655.19 Kg/m³, Solidos Gruesos= 1048.12 Kg/m³ y cantidad de agua: 193.04 lt/m³ para la elaboración del concreto requerido.

4. Objetivo específico 3: Analizar la variación de la resistencia a la compresión del concreto experimental respecto al concreto patrón con la incorporación de nanosílice en porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1% respecto al peso del cemento.

Dentro del tercer objetivo específico los resultados entorno a los datos obtenidos con la adición del 0.9% de nanosílice respecto al peso neto del cemento, incrementa con una variación de 27.8% obteniendo una resistencia máxima del hormigón de $f'c = 536.74$ kg/cm², con respecto al concreto convencional fabricado. Mientras que con la inclusión del 1.0% de nanosílice respecto al peso neto del cemento, aumenta con una variación de 23.91% la resistencia máxima a la compresión del hormigón de $f'c=520.43$ Kg/cm² con respecto al concreto convencional fabricado. Finalmente, con la incorporación de 1.1% de nanosílice respecto al peso del cemento, aumenta su variación en un 22.09% de la resistencia alcanzada del hormigón de $f'c=512.77$ Kg/cm² con respecto al concreto convencional a los 28 días en los 3 casos.

Según Cabanillas en su investigación sobre “Los concretos de altas resistencias, empleando el aditivo: superplastificante y nanosílice”, dedujo primero que la resistencia máxima a compresión del hormigón promediado del concreto a los 28 días ha logrado con la influencia de nanosílice del 1.0% y 1.5% demuestra que alcanzaron una variación de 56.92% ($f'c=826.51$ Kg/cm²); y 38.47% ($f'c=752.23$ Kg/cm²) cumplen con lo esperado, alcanzando mayores resistencias de diseño. Segundo, las resistencias a la compresión

del hormigón en general con la inclusión de nanosílice logran ser superiores en un 10% de la resistencia de diseño convencional del hormigón.

En el estudio de investigación se discute que respecto a la información obtenida como los resultados de Cabanillas; la resistencia a la compresión del hormigón de diseño con la influencia del nanosílice del 1.0%, también muestran similitud en el cumplimiento con alcanzar mayores resistencias a la F'_c de diseño, pero se muestran variaciones diferentes 23.91% y 56.92%, donde lo hallado por Cabanillas representa ser la de mayor variación positiva en la resistencia del hormigón. Se deduce entonces, que esto puede estar relacionado con las particularidades o características de los agregados o la dosificación diseñada. Se discute también que en ambos casos las resistencias del hormigón finalmente presentan variación positiva al incorporar diferentes proporciones. Por otro lado, en el presente estudio de investigación se ha observado que mayor sea la proporción de nanosílice incorporado menor resulta la resistencia, a lo cual, cuenta con la similitud hallada por Cabanillas, quien halló una disminución de la resistencia de 56.92% a 38.47% al adicionar mayor porcentaje de nanosílice respecto al peso neto del cemento; lo que esto se debería a que existe una proporción máxima de utilización de nanosílice, y que al exceder de este porcentaje la resistencia del hormigón empieza a descender.

VI. CONCLUSIONES

1. La influencia de la adición de porcentajes de nanosílice sobre la resistencia del hormigón de diseño de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$, muestran que, a los 7 días de edad del hormigón con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice resultaron resistencias de 404.00 Kg/cm^2 , 398.15 Kg/cm^2 y 397.78 Kg/cm^2 consecuentemente. Mientras que a los 14 días de edad del concreto con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1% de nanosílice, se obtuvieron resistencias máximas alcanzadas de 499.77 Kg/cm^2 , 492.51 Kg/cm^2 y 490.08 Kg/cm^2 consecuentemente. Por último, a los 28 días de curación del hormigón con la adición de 0.9%, 1.0% y 1.1.% de nanosílice, las resistencias a la del hormigón a la compresión halladas como máximas halladas fueron de 536.74 Kg/cm^2 , 520.43 Kg/cm^2 y 512.77 Kg/cm^2 respectivamente. Donde se demuestra que en los 3 escenarios de edades del concreto se muestra un decrecimiento en la resistencia hallada de acuerdo a la aplicación de mayor porcentaje de influencia de nanosílice experimentado; además, se muestra que las resistencias superan la resistencia del concreto patrón.
2. Dentro de las propiedades elementales de los sólidos finos y gruesos: el contenido de humedad en porcentaje de los sólidos finos y gruesos es 3.69% y 0.72% respectivamente; el peso unitario suelto de los sólidos finos y gruesos son 1562 Kg/m^3 y 1445 Kg/m^3 respectivamente; y el peso unitario compactado de los sólidos finos y gruesos son 1672 Kg/m^3 y 1552 Kg/m^3 ; porcentaje de absorción de los sólidos finos y gruesos son de 0.85 y 1.45, consecuentemente; y módulo de fineza de 1.45 y 0.85 respectivamente. Parámetros que se presentan en el rango regular para el diseño eficiente de la mezcla del hormigón con el objetivo de alcanzar máximas resistencias en la presente investigación.

3. Los componentes y/o materiales elementales para el diseño de hormigón de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ para la muestra seleccionada tienen la siguiente dosificación: 1) cemento: $503,05 \text{ Kg/m}^3$, 2) Sólidos Finos: 655.19 Kg/m^3 , 3) Sólidos Gruesos= 1048.12 Kg/m^3 y 4) Cantidad de agua: $193.04 \text{ litros/m}^3$. Donde se pone es mínimos porcentajes de variación sobre el diseño en efectos de las propiedades de los agregados en influencia.

4. Dentro del análisis de la variación de resistencias del concreto experimental y patrón se concluye primero que, con la adición del 0.9% de nanosílice de acuerdo al peso del cemento, aumenta en un 27.8% la resistencia del concreto ($f'c = 536.74 \text{ Kg/cm}^2$), respecto al concreto convencional. Segundo, con la inclusión de 1.0% de nanosílice respecto al peso del cemento, aumenta en un 23.91% la resistencia del hormigón ($f'c=520.43 \text{ Kg/cm}^2$) con respecto al concreto convencional. Finalmente, con la incorporación de 1.1% de nanosílice en relación al peso neto del cemento, la resistencia crece y aumenta en un 22.09% en resistencia del hormigón a la compresión ($f'c=512.77 \text{ Kg/cm}^2$) con respecto al concreto convencional.

VII. RECOMENDACIONES

Posterior al análisis de los resultado y conclusiones, se pude brindar las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda emplear las normativas internacionales (ACI) y nacionales (NTP) al máximo detalle, para obtener resultados donde se reflejen la calidad de la investigación en relación. Además, realizar las mediciones precisas de las adiciones en porcentajes de nanosílice respecto al peso del cemento. Correspondientemente, para investigaciones futuras, corroborar en la experimentación las mediciones respecto a las resistencias obtenidas de diferentes hormigones con variaciones mínimas en incorporación de nanosílice, para mantener resistencias máximas.
2. Realizar los ensayos correspondientes a los agregados inmediatamente después de haberlos obtenido de la cantera, donde se podrá tener mayor acercamiento a las particularidades y/o características físicas de los sólidos finos y gruesos. Seguir detalladamente las pautas y Normativa técnica peruana para ensayos y determinación de los parámetros físicos de los agregados fino y grueso.
3. Se recomienda un manejo enfático de las cantidades de la dosificación y el aditivo nanosílice a emplearse en la creación de la mezcla del hormigón de diseño, porque la dosificación óptima de aditivo que se aplicara debe tener relación exacta con el peso del cemento de acuerdo a los porcentajes que se está empleando en la investigación. Por otro lado, se recomienda realizar el pesado correcto de las cantidades exactas, para la elaboración del concreto de mayor resistencia.
4. En relación al procedimiento de preparación del mezclado del hormigón se recomienda cubrir el orificio de la mezcladora para evitar la contaminación y de esta manera evitar efectos en el concreto elaborado.

Consecuentemente, se aconseja la planificación detallada y registrada de la rotura de probetas de concreto, realizando las mediciones del área y fuerza empleada por la prensa hidráulica en el laboratorio al pie del procedimiento según la normativa técnica peruana 339.034 sobre los procedimientos de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del hormigón.

REFERENCIAS

- Abanto, T. 2017.** *Tecnología del Concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- ACI. 2008.** *Guide for selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*". EE.UU.: American Concrete Institute.
- ACI 212. 2010.** *Informe sobre Aditivos Químicos*. Farmington Hills-Michigan: American Concrete Institute.
- ACI Committee 308R. 2001.** *Guide to Curing Concrete*. Detroit, EE.UU.: American Concrete Institute.
- ASTM C150-07. 2003.** *Especificación Normalizada para Cemento Portland*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C219-14. 2014.** *Terminología estándar relacionada con el cemento hidráulico*. West Conshohocken: ASTM International.
- Baena, G. 2017.** *Metodología de la investigación*. México: Grupo editorial Patria.
- Barluenga, G. 2018.** *Técnica del hormigón y sus aplicaciones*. Alcalá, España: Universidad de Alcalá.
- Bedón, J. 2017.** *Diseño óptimo para obtener Concreto de Alta Resistencia para Obras Civiles en Zonas Alto Andinas del Perú*. Chimbote, Ancash: Tesis doctoral, Universidad Nacional del Santa.
- Bernal, C. 2010.** *Metodología de la investigación*. Colombia: 3 ed. Editorial Pearson educación.
- Borba, L., Goncalves, J., Fonseca, E., & Ramo, D. 2020.** *A Calorimetry analysis of Portland cement pastes containing superabsorbent polymer (SAP) and nanosílica (NS)*. Brasil: Artículo científico, Scielo Brasil vol 25(04).
- Caballero, P., Damiani, C., & Ruiz, A. 2020.** *Optimization of the concrete through the addition of nanosílice, using aggregates of the cantera de Añashuayco of Arequipa*. Arequipa, Perú: Artículo científico de la Revista de Ingeniería de Construcción, Vol 36 N°1 2021.
- Cabanillas, H. 2020.** *Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante*. Cajamarca, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca.

- Carrasco, S. 2015.** *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Castro, M., & Da Silva, J. 2020.** *Hydration of ternary cement pastes with metakaolin and nanosilica at early ages*. Brasil: Artículo científico, Scielo Brasil.
- Cerón, Z. 2013.** *Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Cochachin, R. 2018.** *Estabilización y durabilidad de sub base usando la cantera de Challhua con adición de cloruro de sodio en 2, 4 y 6%*. Huaraz, Perú: Tesis de pregrado, Universidad San Pedro.
- Espinoza, B., & Guerrero, J. 2020.** *Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión $F'c=210$ Kg/cm² usando Cementos Sol y Quisqueya en la ciudad de Huaraz, 2019*. Huaraz, Perú: Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo.
- Estrada, C., & Páez, R. 2014.** *Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto*. México: Tesis de Ing. Civil, Universidad Veracruzana.
- Flores, P. 2020.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con microsílíce y nanosílíce, Lima - 2019*. Lima, Perú: Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo.
- Fundaro, D., Carvalho, F., Rovani, S., & Santos, J. 2018.** *Effect of experimental variables on the extraction of nanosilica prepared by sugarcane bagasse ash*. Portugal: Revista científica, IPEN. Obtenido de <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/31894>
- Gomez, S. 2012.** *Metodología de la investigación*. México: 1ra. Edición Red Tercer Milenio.
- Gutierrez, D. 2009.** *The construction of indicators as an epistemological problem*. México: Artículo científico, Scielo. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-554X2009000100002
- Hdez, A. 2019.** *Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias*. INE. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58257558/Definiciones_de_los_enfoques_cuantitativo_y_cualitativo_sus_similitudes_y_diferencias-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1629799933&Signature=QSsMgviHJAGOFtlzik-R2~xlajhqviK8tlla7RdqC6ljyDxGTBhv0xqEJL~BZPUa97L2K2

- Jorge, J. 2017.** *Desarrollo de la nanosílice como aislante térmico, aplicada a los procesos constructivos.* 2017: Universidad Autónoma del estado de México.
- López, F. 2019.** *El análisis de contenido como método de investigación.* Huelva, México: Revista de Educación, 4; Universidad de Huelva.
- Molina, F., & Chara, H. 2017.** *Influencia de la adición de nanosílice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa.* Arequipa, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín.
- National Ready Mixed Concrete Association. 2011.** *El concreto en la Práctica: ¿Que, por qué y cómo?* Bogotá, Colombia: Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado.
- Norma E.060. 2009.** *Concreto Armado.* Lima-Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones. Obtenido de <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- NTP 339.034. 2008.** *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 339.035. 2009.** *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 339.183. 2013.** *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 339.185. 2013.** *Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 400.010. 2011.** *Agregados. Extracción y preparación de las muestras .* Lima, Perú: NTP.
- NTP 400.012. 2001.** *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 400.017. 2011.** *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* Lima, Perú: NTP.
- NTP 400.019. 2002.** *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de*

tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.
Lima, Perú: NTP.

NTP 400.021. 2002. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* Lima, Perú: NTP.

NTP 400.022. 2013. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.*
Lima, Perú: NTP.

NTP 400.037. 2002. *Agregados: Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).* Lima, Perú: NTP.

Ordoñez, G. 2018. *Hormigones de alto desempeño, caso de estudio: Hormigón autocompactante.* Guayaquil, Ecuador: Artículo Científico, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Ottazzi, G. 2004. *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto armado.* Lima, Perú: Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Pasquel, E. 1998. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.* Lima, Perú: SM, 2da Edición.

Pérez, J. 2007. *Las Variables en el método científico.* Lima, Perú: Artículo científico Scielo Perú. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007#:~:text=Causa%20o%20Variable%20Independiente%20\(VI,resulta%2C%20el%20que%20debe%20explicarse](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007#:~:text=Causa%20o%20Variable%20Independiente%20(VI,resulta%2C%20el%20que%20debe%20explicarse).

Perez, M. 2008. *Caracterización de morteros con adición de combinaciones de microsílíce y nanosílíce.* Chile: Tesis, Ingeniería Civil, Universidad Austral de Chile.

Primo, C. 2014. *Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto.* Cajamarca, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca.

Puerto, J. 2019. *Efecto de la nanosílíce sobre las propiedades reológicas de la matriz cementante y su influencia en el estado endurecido del concreto hidráulico.* Colombia: Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia.

- Ramirez, S. 2008.** *Propiedades mecánicas y microestructurales de concreto con contenido de mucílago de nopal como aditivo natural.* Oaxaca, México: Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional.
- Rivera, L. 2013.** *Concreto Simple.* Cauca Colombia.
- Rivva, G. 2004.** *Control del concreto en obra.* Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- Rivva, L. E. 2000.** *Naturaleza y Materiales del Concreto.* Lima-Perú: ACI Perú.
- RNE. 2006.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Rojas, I. 2011.** *Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica.* Toluca, México: Artículo científico, Redalyc.org.
- SENCICO. 2009.** *Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción, Norma E.060 Concreto Armado.* Lima, Perú: SENCICO.
- SIKA. 2019.** *Nanosílice.* Lima, Perú: Building Trust.
- Soto, E. 2019.** *Variables, Dimensiones e Indicadores en una Tesis.* EE.UU.: TesisCiencia.
- Torre, A. 2004.** *Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles.* Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Valderrama, S. 2016.** *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica.* Lima, Perú: 2da Edición, Editorial Universidad Nacional de San Marcos.
- Zepeda, J., & Pesci, A. 2018.** *La matriz de operacionalización del problema científico: Una herramienta para asegurar la coherencia epistemológica.* La plata, Argentina: Artículo Científico: UNLP-FaHCE; VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las ciencias Sociales.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Operacionalización

Anexo N°2: Matriz de Consistencia

Anexo N°3: Instrumento de validación de datos

Anexo N°4: Ficha técnica del aditivo nanosílice

Anexo N°5: Hoja de seguridad del aditivo nanosílice

Anexo N°6: Reporte de laboratorio (Instrumento de Investigación)

Anexo N°1: Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Unidad de Medida
Variable independiente:	Es el aditivo especialmente en estado líquido con alto contenido de Sílice (SiO ₂), en partículas micro finas con el menor tamaño, alta pureza y también reactividad; además, es de aspecto turbio y viscoso de tamaño nanométrico con capacidad de reducir el agua (Caballero, Damiani, & Ruiz, 2020)	Es el componente aditivo en la fabricación del concreto $f_c=420$ Kg/cm ² en proporciones de 0.9%, 1.0% y 1.1% de acuerdo al peso del cemento, teniendo efecto sobre las particularidades del hormigón como en su fase endurecida.	Dosificaciones	0.9% de nanosílice en relación al peso del cemento	Razón
Influencia de Nanosílice				1.0% de nanosílice en relación al peso del cemento	
				1.1% de nanosílice en relación al peso del cemento	
Variable dependiente:	Es la capacidad de soporte respecto a una carga de aplastamiento máximo empleando la prensa hidráulica; esta carga es la cantidad necesaria para obtener deformación del material, para el cálculo de esta medida resulta de la carga máxima (Kgf) dividido entre el área transversal del espécimen de concreto (SENCICO, 2009).	Es la capacidad del concreto a la resistencia a la compresión con la adición de nanosílice para mejorar la misma, se verificará a través del ensayo, instrumento de recopilación y cálculos, ya que se cuenta con las dimensiones e indicadores respectivas.	Propiedades mecánicas.	Resistencia a la compresión	NTP
Resistencia a la compresión del concreto					NTP
					NTP

Anexo N°2: Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO
General	General	General	Independiente	Tipo
<p>¿Cómo influye la adición de porcentajes de 0,9%, 1% y 1,1% de nanosilíce respecto al peso del cemento, en la resistencia a la compresión del concreto F'c=420 Kg/cm2?</p>	<p>Analizar la influencia de la adición de porcentajes de 0.9%, 1% y 1.1% de nanosilíce respecto al peso del cemento, sobre la resistencia a la compresión del concreto f'c=420kg/cm2.</p>	<p>: La adición de porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1,1% de nanosilíce respecto al peso del cemento, mejora la resistencia a la compresión del concreto F'c=420 Kg/cm2.</p>	Influencia de Nanosilíce	Aplicada
	<p>Específicos</p>		<p>Dependiente</p>	<p>Enfoque</p>
	<p>1.- Determinar las características físicas de los agregados fino y grueso provenientes de la cantera Challhua, Huaraz.</p>		<p>Cuantitativo</p>	<p>Diseño</p>
	<p>2.- Realizar el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia de f'c=420 kg/cm2, mediante el método del comité 211 del ACI para obtener la dosificación adecuada.</p>		<p>Resistencia a la compresión del concreto</p>	<p>Experimental-cuasiexperimental</p>
	<p>3.- Analizar la variación de la resistencia a la compresión del concreto experimental respecto al concreto patrón con la adición de nanosilíce en porcentajes de 0.9%, 1.0% y 1.1% respecto al peso del cemento.</p>		<p>Población y Muestra</p>	
			<p>36 especímenes de concreto</p>	
			<p>- 9 (0%nanosilíce)</p>	
			<p>- 9 (0.9%nanosilíce)</p>	
			<p>- 9 (1.0%nanosilíce)</p>	
			<p>- 9 (1.1%nanosilíce)</p>	
			<p>Técnica de investigación</p>	
			<p>Observación</p>	
			<p>Análisis documental</p>	
			<p>Instrumentos de investigación</p>	
			<p>Ficha de recolección de datos</p>	
	<p>Normativa NTP, ASTM y ACI</p>			
	<p>Reporte de Laboratorio</p>			
	<p>Procesamiento y análisis de datos</p>			
	<p>Estadística Descriptivo</p>			

Anexo N°3.

Instrumento de Validación de datos

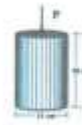
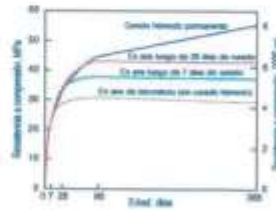


Ficha de recolección de datos N°1

Título : Resistencia a la compresión de un concreto $F_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ con adición de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021

Autor : Marcos Damián, Maruja

Dimensión : Resistencia a la compresión del concreto



$$F_c = \frac{P}{A}$$

Descripción		Tipo de muestra	Resistencia a la compresión a 7 días	Resistencia a la compresión a 14 días	Resistencia a la compresión a 28 días
Nanosilice	0% Nanosilice	Ma1	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Ma2	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Ma3	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	0.9% Nanosilice	Mb1	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Mb2	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Mb3	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	1.0% Nanosilice	Mc1	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Mc2	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Mc3	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
	1.1% Nanosilice	Md1	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Md2	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
		Md3	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Validez	Nombre y Apellido	CIP	Calificación	Firma
Experto 1	Beatriz Carmen Rodríguez Solís	50202	0.80	
Experto 2	Julio Cesar Heylwey Trinidad	201578	0.80	
Experto 3	FLORES GRANADOS HUGO	244053	0.90	
Promedio				



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 FLORES GRANADOS HUGO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 244053

Rodríguez
 Beatriz Carmen Rodríguez
 CIP N° 50202

Heylwey
 Julio Cesar Heylwey Trinidad
 CIP: 201578



GAIA Nanosilíce

Adicionante a cementos para concretos de altas prestaciones

Fecha de Emisión: Mar 10, 05
Revisión: 11
Fecha de Revisión: Ago 26, 16
Página 1 de 1

Descripción

GAIA Nanosilíce es el primer adiconante base nanosilíce generado durante 2004 por la sinergia Scitech Cognoscible / Ulmen.

Pertenece a la línea GAIA NANOSILICE, donde las reacciones químicas en el hormigón convierten las nanopartículas de silíce en nanopartículas de cemento.

Aspectos Técnicos

Elimina el total de la silíce en polvo en cualquiera de sus alternativas, y también los superplastificantes, reduciendo al mínimo los reductores plastificantes.

Con GAIA Nanosilíce se obtiene concretos de alto rendimiento : 70 MPa a R28.

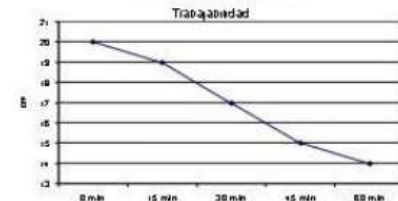
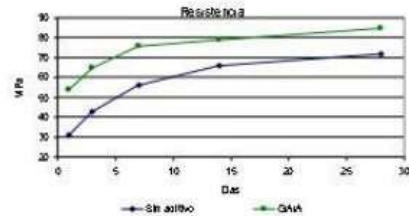
Ideal para concretos tipo "Fast Track", a usar dentro de las 24 horas posteriores al vaciado, con adecuadas dosificaciones, que permiten obtener hormigones impermeables según norma DIN 1048 o Nch 2262.

Propiedades

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

Duración

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008



H-70 con 1,5% de GAIA

Dosis

Se recomienda su uso en dosis de 0,5 a 3% en base al peso del cemento. Para dosis fuera de este rango, contacte al equipo técnico ULMEN.

Presentación

Bidón plástico de 230 Kg.
Contenedor retornable de 1.000 kg

Propiedades Físicas

Aspecto : Líq. Levemente viscoso.
Color : Blanco
Densidad : 1,032 ± 0,004 g/mL
pH : 5 ± 1
Viscosidad : 14 ± 1 (s) (C.Ford N°4)

Clasificación

Gaia Nanosilíce no tiene clasificación normada, sin embargo cumple como aditivo superplastificante tipo F, según NCh 2182-2010



Lautaro # 2430 – Tel. (56-2) 28973468 – (56-2) 25952838 – La Pintana
Santiago – Chile

www.cognoscibletechnologies.com

www.ulmen.cl

atencionalcliente@ulmen.cl



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de Emisión: Nov 22, 04
Revisión: 10
Fecha de Revisión: Ago 26,16
Página: 1 de 2

GAIA Nanosilíce

SECCION 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR

Nombre del producto : **GAIA Nanosilíce**
Código del producto : 760-04
Clasificación : Aditivo para Concretos
Vida útil : 6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008
Proveedor : INDUSTRIAS ULMEN S.A.
E-mail : atencionalcliente@ulmen.cl
Página Web : www.ulmen.cl

ISO 9001:2008

BUREAU VERITAS
Certification



Toda llamada de emergencia dentro y/o fuera del país será reembolsada previa revisión

SECCION 2: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Nombre químico : Mezcla de polímeros, ácidos carboxílicos y sílice en solución
Fórmula química : Confidencial
N° CAS : No aplica

SECCION 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Marca en etiqueta : Rombo NFPA
Clasificación de Salud (1) / Inflamabilidad (0)
Reactividad (0) / Riesgo Especial (0)
Riesgos : Ninguno
Peligros para la salud : Ninguno



SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos : Lavar con abundante agua durante 15 min. Referir al médico
Contacto con la piel : Lavar de inmediato con agua y jabón
Inhalación : Dar aire fresco si fuese necesario
Ingestión : Enjuagar boca con agua tibia. Referir al médico

SECCION 5: MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes extintores : No inflamable ni combustible. Actuar según tipo de fuego existente
Protección especial : Ninguna
Proced. Especiales : No aplica
Riesgo explosión : No aplica

SECCION 6: MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Medidas de emergencia : Lavar con agua y trapear
Protección personal : Antiparras y guantes
Daños al ambiente : Ninguno, líquido inofensivo
Métodos de eliminación : Tratar como líquido inofensivo

SECCION 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación : Usar antiparras y guantes
Almacenamiento : Almacenar en lugar fresco y seco
Embalajes : Almacenar sólo en envase original

SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN ESPECIAL

Medidas por exposición : No se requiere
Protección respiratoria : No se requiere
Protección de los ojos : Antiparras
Guantes de protección : de PVC

Anexo N°5: Hoja de seguridad del aditivo nanosílice

Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización
Edición N°8

Revisión : 06/05/15
Impresión : 06/05/15
Sika® Fume, 1/5

Hoja de Seguridad

según Directiva 91/155/EEC y Norma ISO 11014-1
(ver instrucciones en Anexo de 33/112/EC)

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

Identificación del producto

Nombre comercial:

Sika® Fume

Información del Fabricante / Distribuidor

Fabricante / Distribuidor	Sika Perú S.A.
Dirección	Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" S/N Mz. "B" Lote 5 y 6
Código postal y ciudad	Lima 16 – Lurín
País	Perú
Número de teléfono	(51 1) 618 6060
Telefax	(51 1) 618 6070

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

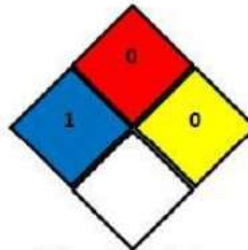
Componentes Peligrosos

Designación según Directiva 67/548/EEC

Número CAS	Concentración	Símbolo de Peligro
Dióxido de Silicio 69012-64-2	50 – 100%	Xi

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Identificación de Riesgos de Materiales según NFPA



Salud: 1

Inflamabilidad: 0

Reactividad :0

4. PRIMEROS AUXILIOS

Instrucciones Generales

Facilitar siempre al médico la hoja de seguridad.

En caso de inhalación

Si, al respirar el polvo, se presentan irritaciones, exponer al afectado al aire fresco.
Si se sienten molestias, acudir al médico.

En caso de contacto con la piel

Lavar la zona afectada inmediatamente con agua y jabón.

Sika Perú S.A., Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" s/n Mz "B" Lotes 5 y 6 - Lurín
Tel: (51-1) 618-6060 / Fax: (51-1) 618-6070/ Web: www.sika.com.pe

BUILDING TRUST



Si persisten los síntomas de irritación, acudir al médico

En caso de contacto con los ojos

Lavar los ojos afectados inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos
Tratamiento médico necesario.

En caso de ingestión

No provocar el vómito
Requerir inmediatamente ayuda médica

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Elegir los medios de extinción según el incendio rodeante.

Medios de extinción que no deben utilizarse por razones de seguridad

No aplicable.

Riesgos específicos que resultan de la exposición a la sustancia, sus productos de combustión y gases producidos.

No aplicable

Equipo de protección para el personal de lucha contra incendios

l Usar equipo respiratorio autónomo.

Indicaciones adicionales

- El producto no arde por si mismo.
- Los restos del incendio así como el agua de extinción contaminada, deben eliminarse según las normas locales en vigor.

6. MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones individuales

l Evitar la formación de polvo.

Medidas de protección del medio ambiente

- En caso de penetración en cursos de agua, el suelo o los desagües, avisar a las autoridades competentes.

Métodos de limpieza

- Recoger con medios mecánicos.
- Tratar el material recogido según se indica en el apartado "eliminación de residuos".

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Indicaciones para manipulación sin peligro

Ver capítulo 8 / Equipo de protección personal

Evitar la formación de polvo.

Usar solamente en áreas bien ventiladas.

Indicaciones para la protección contra incendio y explosión

No aplicable

Almacenamiento

Exigencias técnicas para almacenes y recipientes

- Mantener los recipientes herméticamente cerrados y guardarlos en un sitio fresco y bien ventilado.

Indicaciones para el almacenamiento conjunto

- Manténgalo alejado de alimentos, bebidas y comida para animales.

Información adicional relativa al almacenamiento

- Proteger del agua y de la humedad del aire

8. LÍMITES DE EXPOSICIÓN Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes con valores límites a controlar en el lugar de trabajo

Designación del componente

Número CAS	Tipo	Ref. / País / Año
Dióxido de Silicio 69012-64-2	MAK-G 4 mg/m ³	

Protección personal

Medidas generales de protección e higiene

- No respirar el polvo
- Prever una ventilación suficiente o escape de gases en el área de trabajo.
- No fumar, ni comer o beber durante el trabajo.
- Lavarse las manos antes de los descansos y después del trabajo.
- Observar las medidas de precaución habituales en el manejo de productos químicos.

Protección respiratoria

Máscara de protección para polvos en caso de que se forme polvo concentrado.

Protección de las manos

- Guantes de goma.

Protección de los ojos

- Gafas protectoras.

Protección corporal

- Ropa de trabajo.



9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado Físico	Polvo
Color	Gris
Olor	Inodoro

Datos significativos para la seguridad

		Método
Punto de Inflamación	No aplicable	
Temperatura de autoinflamación	No aplicable	
Solubilidad en agua a 20°C	El producto no es miscible	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones que deben evitarse

No se conocen

Materias que deben evitarse / Reacciones peligrosas

Almacenando y manipulando el producto adecuadamente, no se producen reacciones peligrosas.

Descomposición Térmica y Productos de descomposición peligrosos
Utilizando el producto adecuadamente, no se descompone.

11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

Sensibilización

No se conocen efectos sensibilizantes a largo plazo.

Experiencia sobre personas

Contacto con la piel

- Puede causar irritación

Contacto con los ojos

- Puede causar irritación

Inhalación

- Puede causar irritación

Ingestión

- Puede causar perturbaciones en la salud.

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Indicaciones adicionales

- No Aplica.

13. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Producto

Recomendaciones

- † Eliminar, observando las normas locales en vigor.
- † Ver capítulo 15, regulaciones nacionales

Envases / embalajes sin limpiar.

Recomendaciones

- † Embalajes vacíos deben tratarse según la legislación de las Autoridades Locales.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR / RID

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

IMO / IMDG

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

IATA / ICAO

Información Complementaria

Mercancía no peligrosa

15. DISPOSICIONES DE CARÁCTER LEGAL

Etiquetado según 88 / 379 / EEC

Según Directivas CE y la legislación nacional correspondiente, el producto no requiere etiqueta.

Disposiciones nacionales

Clase de Toxicidad: libre

BAG T N°: 617300

Hoja de Seguridad no sujeta a control de actualización
Edición N°8

Revisión : 06/05/15
Impresión : 06/05/15
Sika® Fume, 5/5

Clasificación de peligrosidad para el agua (DE)
WGK: 1 (autoclasiificación)

Clasificación contra incendios (CH)
6

Indicaciones y codificación para la eliminación de residuos
Disponer en contenedores como material inerte.

16. OTRAS INFORMACIONES

En caso de emergencia consultar a Aló EsSalud
Teléfono: 472-2300 ó 0801-10200

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N°7
la misma que deberá ser destruida”**

Advertencia:

La información contenida en esta Hoja de Seguridad corresponde a nuestro nivel de conocimiento en el momento de su publicación. Quedan excluidas todas las garantías. Se aplicarán nuestras Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Por favor, consulte la Hoja Técnica del producto antes de su utilización. Los usuarios deben remitirse a la última edición de las Hojas de Seguridad 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

Aprobado por: GMS

Anexo N°6: Reporte del laboratorio



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
TESIS : "Resistencia a la Compresión de un Concreto $F_c = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ con Adición de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"				
SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.				
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP - HUARAZ	
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA : 16/08/2021	
PROG. (KM.) :			ASESOR :	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA :				
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO CANTERA CHALLHUA				
PROF. (m) :				
AGREGADO FINO				
N° TARRO		47	43	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	784.7	896.2	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	761.1	875.1	
PESO DE AGUA	(g)	23.60	24.10	
PESO DEL TARRO	(g)	168.00	166.2	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	593.10	708.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.88	3.4	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3.69
AGREGADO GRUESO				
N° TARRO		43	42	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1127.8	915.8	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1120.9	910.2	
PESO DE AGUA	(g)	6.70	5.60	
PESO DEL TARRO	(g)	163.80	163.5	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	957.10	746.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.70	0.75	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.72

Ing. J. María Soledad Montez
P. 70761
JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 16/08/2021 CANTERA : CHALLHUA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

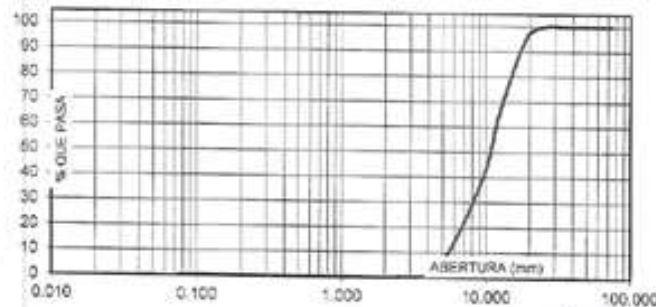
PESO SECO INICIAL	9107
PESO SECO LAVADO	9107.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. [mm.]	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	430.00	4.72	4.72	95.28
1/2"	12.500	2852.00	29.12	33.84	66.16
3/8"	9.500	2435.00	26.74	60.58	39.42
N° 4	4.750	3170.00	34.81	95.39	4.61
N° 8	2.360	420.00	4.61	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		9107.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"

HUMEDAD : 0.63%

CURVA GRANULOMETRICA



GENERAL DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 ING. JOSÉ SOTO SOTO
 C.P. 70751
 PERÚ



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

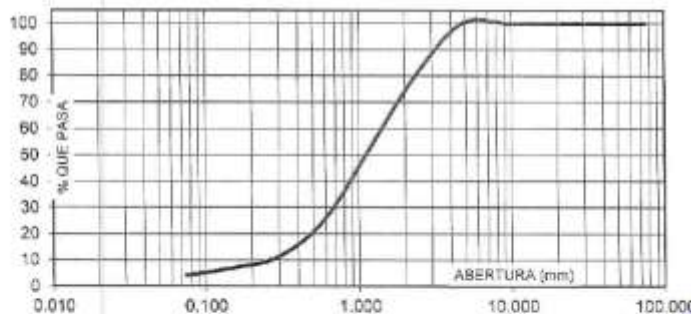
SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 18/06/2021 **CANTERA :** CHALLHUA **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2788
PESO SECO LAVADO	2674.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	114.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380	556.00	19.94	19.94	80.06
N° 16	1.180	765.00	27.44	47.38	52.62
N° 30	0.600	753.00	27.01	74.39	25.61
N° 50	0.300	400.00	14.36	88.74	11.26
N° 100	0.150	118.00	4.23	92.97	7.03
N° 200	0.075	62.00	2.24	95.21	4.09
PLATO		114.00	4.09	100.00	0.00
TOTAL		2788.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 8
 MODULO DE FINEZA : 3.2
 HUMEDAD : 0.72%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 V. HUANUCO - PERU
 Ing. José Luis Sotelo Sotelo
 CIP: 70751
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA TESIS : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
: "Resistencia a la Compresion de un Concreto Fc= 420 Kg/Cm2 con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : CHALLHUA
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 16/06/2021

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de frasco+ agua
C = A + B : Peso frasco + agua +material
D : Peso de material+agua en el frasco
E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
F : Peso Material seco en horno
G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F)/F) \times 100$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300.0		
663.5		
963.5		
849.9		
113.6		
296.3		
109.9		
1.25		
1.25		

PROMEDIO

2.61		
2.64		
2.70		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2.61
2.64
2.70


UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUANUCO
YANAYACHILLO
Ing. Jesús Ernesto Sotelo Alarcos
70751
LIFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA TESIS : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
 : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Fc= 420 Kg/Cm2 con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : CHALLHUA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 16/06/2021

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
D : Peso de material seco en el horno
E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

965.5	968.0	966.3
606.1	607.2	604.5
359.4	360.8	361.8
956.7	960.1	958.6
350.6	352.9	354.1
0.92	0.82	0.80
0.85		

PROMEDIO

2.66	2.66	2.65
2.69	2.68	2.67
2.73	2.72	2.71

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2.66
2.68
2.72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO PUNO HUANRAI
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNICO
 Y EN INGENIERIA DE VIAL

 Ing. Josie Espinoza Sotelo Morales
 C.R.N. 70761
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : CHALLHUA
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 16/06/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7765	7755	7750
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4345	4335	4330
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1565	1562	1560
Peso unitario prom.	1562 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8050	8065	8070
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4630	4645	4650
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1668	1673	1675
Peso unitario prom.	1672 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUALHUAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARR. DE AGUINRE Y ESPINAR S/N. CHIMBOTE
Y. TEL. (043) 483826
Ing. Jesús Ernesto Soriano Morales
C.P. 70751
C.P.E.



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c = 420 \text{ Kg/Cm}^2$ con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : CHALLHUA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 16/06/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27205	27215	27225
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	19825	19835	19845
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1445	1445	1446
Peso unitario prom.	1445 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28670	28680	28690
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	21290	21300	21310
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1551	1552	1553
Peso unitario prom.	1552 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIAS
Y MATERIALES

Ing. Jessé Soledad Montes
C.P. 70751
JEPE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : **BACIL MARCOS DAMIAN, Maruja.**
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c=420$ Kg/Cm² con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
FECHA : **15/07/2021**

F_C : **420 kg/cm²**

N°	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F _C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	330.36	78.66
2	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	335.57	79.90
3	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	332.98	79.28
4	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	390.09	92.88
5	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	393.28	93.64
6	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	397.06	94.54
7	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	420.26	100.06
8	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	423.35	100.80
9	CONCRETO PATRON	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	418.19	99.57

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - HUALHUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL,
LULI DEL CANGAJALE BULICE
Y CENTRO DE INVESTIGACIONES
Ing. Jesús Ernesto Solís Alarcón
CIP: 70761
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Fc= 420 Kg/Cm2 con Adición de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
 FECHA : 15/07/2021

F'c : 420 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	402.15	95.75
2	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	405.56	95.56
3	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	404.28	96.26
4	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	500.17	119.09
5	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	496.81	118.29
6	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	502.34	119.50
7	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	536.89	127.83
8	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	538.10	128.12
9	CONCRETO CON 0.9% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	535.24	127.44

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 UNIDAD ADMINISTRATIVA DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS
 Ing. Jessica Cristina Solano Montes
 P: 70751
 USPP

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
 OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono... 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Maruja.
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto Fc= 420 Kg/Cm2 con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huariz 2021"
FECHA : 15/07/2021

FC : 420 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/FC (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	401.02	95.48
2	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	398.47	94.87
3	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	394.96	94.04
4	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	490.14	116.70
5	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	493.29	117.45
6	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	494.10	117.64
7	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	520.14	123.84
8	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	519.56	123.70
9	CONCRETO CON 1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	521.58	124.19

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
YAGUAYAN
Ing. Jesús Antonio Sotelo Morales
CIP 70751
I.E.P.E.



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. MARCOS DAMIAN, Mariuja.
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto $F_c=420$ Kg/Cm² con Adicion de Nanosilice en 0.9%, 1%, 1.1% Huaraz 2021"
FECHA : 15/07/2021

F_c : 420 kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	399.72	95.17
2	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	397.23	94.58
3	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	24/06/2021	7	395.40	94.38
4	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	488.51	116.31
5	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	490.10	116.69
6	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	1/07/2021	14	491.62	117.05
7	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	511.24	121.72
8	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	514.60	122.52
9	CONCRETO CON 1.1% ADICION DE NANOSILICE	-	-	17/06/2021	15/07/2021	28	512.46	122.01

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO - PUC PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERIA
Y ENERGETICA
Ing. Jesús Soto Soto
C.I. 70781
JEFE

CANTERA:	CHALLHUA
DISTRITO:	HUARAZ
PROVINCIA:	HUARAZ
SOLICITA:	BACH. MARCOS DAMIAN, MARUJA
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=420 Kg/Cm2 CON ADICION DE NANOSILICE EN 0.9%, 1%, 1.1% HUARAZ 2021

DISEÑO DE MEZCLA (METODO ACI)

MATERIALES

CEMENTO	
TIPO	I
MARCA	SOL
PESO ESPECIFICO	3.15

F'c = 420	kg/cm2
-----------	--------

AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
PESO ESPECIFICO	2.64	2.68
ABSORCIÓN	1.25	0.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.69	0.72
MODULO DE FINEZA	3.2	6.61
TAMAÑO MAXIMO	-	3/4"
PESO UNITARIO SUELTO	1562	1445
PESO UNITARIO COMPACTADO	1672	1552

1. Calculo de F'cr (resistencia promedio requerida)

Esta a funcion al F'c (resistencia a la compresion del concreto a utilizar)

Quando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores.

FC	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
Mayores a 350	F'c + 98



F'cr	420	kg/cm2
------	-----	--------

2. CONTENIDO DE AIRE

Tamaño máximo nominal =	3/4"
-------------------------	------

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO (TABLA N° 1)

AIRE =	2%
--------	----

3. CONTENIDO DE AGUA

Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, Tamaño Máximo de agregado y contenido de aire.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (TABLA N° 2)

AGUA =	205	Lt/m ³
--------	-----	-------------------

4. RELACION A/C (Por resistencia F'cr)

RELACION DE AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA (TABLA N°3)

F'cr	Relacion A/C
300	0.55
420	x
450	0.38
A/C =	0.414

5. CONTENIDO DE CEMENTO

A = AGUA =	205	Lt/m ³
------------	-----	-------------------

A/C =	0.414
-------	-------

C =	495.169	kg
-----	---------	----

Factor cemento =	11.65	bls
------------------	-------	-----



6. PESO DE AGREGADO GRUESO

$$P.A.G = (b/b_0) \times \text{peso U.S.C.}$$

PESO DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (TABLA N° 4)

P.A.G =	1024.32	kg
---------	---------	----

7. VOLUMEN ABSOLUTO

AIRE =	2%	%
AGUA =	205	Lt
CEMENTO =	495.17	kg
PESO A. GRUESO =	1024.32	kg

AIRE =	0.02	m ³
AGUA =	0.205	m ³
CEMENTO =	0.157	m ³
VOLUMEN A. GRUESO =	0.382	m ³

Suma de volúmenes =	0.764	m ³
---------------------	-------	----------------

VOLUMEN A.FINO =	0.236	m ³
------------------	-------	----------------

8. CALCULAR EL PESO DE AGREGADO FINO

PESO A. FINO =	621.970	kg
----------------	---------	----

9. PRESENTACION DE DISEÑO EN ESTADO SECO

CEMENTO =	495.17	kg
PESO A. FINO =	621.97	kg
PESO A. GRUESO =	1024.32	kg
AGUA =	205.00	Lt

10. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESO SECO X ((CONTENIDO DE HUMEDAD/100)+1).... FORMULA

AGREGADO FINO =	644.92	kg
AGREGADO GRUESO =	1031.70	kg



11. APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

$((\text{CONTENIDO DE HUMEDAD} - \text{ABSORCION}) \times (\text{AGREGADO SECO CORREGIDO)) / (100)$

AGREGADO FINO =	15.74	Lt
AGREGADO GRUESO =	-1.34	Lt

SUMA =	14.39	Lt
--------	-------	----

12. AGUA EFECTIVA

AGUA =	190.61	Lt
--------	--------	----

13. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
495.17	644.92	1031.70	190.61

PROPORCION DEL DISEÑO

1	1.30	2.08	16.36
---	------	------	-------

14. PARA UNA BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
42.5	55.35	88.55	16.36

S =	202.76	kg/bls
-----	--------	--------

15. RENDIMIENTO POR BOLSA

RENDIMIENTO =	0.08	m ³ /bls
---------------	------	---------------------

16. TANDA POR METRO CUBICO

TANDA =	11.84	TANDA/m ³
---------	-------	----------------------

17. PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
503.05	655.19	1048.12	193.64



18. PARA UNA PROBETA

CEMENTO =	2.797	kg
1 m3	=====	503.05 kg
0.0056 m3	=====	x kg
x =	2.797	

AGREGADO FINO =	3.643	kg
1 m3	=====	655.1876506 kg
0.0056 m3	=====	x kg
X =	3.64	

AGREGADO GRUESO =	5.828	kg
1 m3	=====	1048.120231 kg
0.0056 m3	=====	x kg
X =	5.828	

AGUA =	1.077	Lt
1 m3	=====	193.6396851 kg
0.0056 m3	=====	x kg
X =	1.077	

19. MAS

10 % DE DESPERDICIO

CEMENTO =	3.08	kg
AGREGADO FINO =	4.01	kg
AGREGADO GRUESO =	6.41	kg
AGUA =	1.18	Lt

20. PARA

36 PROBETAS

CEMENTO =	110.76	Kg
AGREGADO FINO =	144.26	Kg
AGREGADO GRUESO =	230.77	Kg
AGUA =	42.63	Lt

