

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis de la influencia del nanosilice y superplastificante en la resistencia a la compresión del concreto sometido a congelamiento y deshielo de la ciudad de Chaupimarca, Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Benjamin Israel CHAVEZ NAVARRO

Asesor:

Arq. José Germán RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco – Perú – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis de la influencia del nanosilice y superplastificante en la resistencia a la compresión del concreto sometido a congelamiento y deshielo de la ciudad de Chaupimarca, Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO

PRESIDENTE

Ing. Jonás Ananías RAMOS MARTINEZ

MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CORDOVA

PRESIDENTE

DEDICATORIA

El presente estudio está dedicado a Dios el creador del cielo y la tierra, a él sea toda gloria y honra para todos los tiempos amen. Y a mí familia por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero reconocimiento a todos aquellos que me brindaron su confianza, colaboración y apoyo incondicional para poder terminar la presente investigación.

RESUMEN

Este estudio está basado en determinar la influencia del nanosilice y del superplastificante en la característica mecánica fundamental del concreto (resistencia a compresión del concreto) que estará sometido a ciclos en congelamiento y deshielo ubicado en la ciudad de Chaupimarca, Pasco.

El cual se genera en dos grandes unidades de estudio: La primera en una unidad en condiciones normales, y la segunda en ciclos de congelamiento y deshielo en las sub unidades de estudio:

- Sub Unidad de estudio 1: Concretó Patrón $f'c = 210kg/cm2$.
- Sub Unidad de estudio 2: Concreto Patrón + 0.5% de Nanosilice.
- Sub Unidad de estudio 3: Concreto Patrón + 1.0% de Nanosilice.
- Sub Unidad de estudio 4: Concreto Patrón + 1.5% de Nanosilice.

Los resultados obtenidos nos permitirán conocer la influencia positiva del nanosilice en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto.

Palabras clave: Nanotecnología, Nanosilice, hielo y deshielo, Concreto, Adiciones, Aditivos químicos

ABSTRACT

This study is based on determining the influence of nanosilica and superplasticizer on the fundamental mechanical characteristic of concrete (concrete compressive strength) that will be subjected to freezing and thawing cycles located in the city of Chaupimarca, Pasco.

Which is generated in two large study units: The first in a unit under normal conditions, and the second in ice and thaw cycles, and the study sub-units:

- Sub Unit of study 1: Specified Pattern $f'c = 210kg/cm^2$.
- Study Sub Unit 2: Standard Concrete + 0.5% Nanosilica.
- Study Sub Unit 3: Standard Concrete + 1.0% Nanosilica.
- Study Sub Unit 4: Standard Concrete + 1.5% Nanosilica.

The results obtained will allow us to know the positive influence of nanosilica in the development of the compressive strength of concrete.

Keywords: Nanotechnology, Nanosilica, ice and melt, Concrete, Additions, Chemical admixtures

INTRODUCCIÓN

El hormigón es un elemento muy utilizado en el mundo de la construcción, debido a su característica voluble para aceptar positivamente cualquier configuración, además, debido a la importancia de su sostenimiento de las edificaciones construidas con este material, bajo condiciones normales este material dispone una capacidad de atención a la durabilidad del concreto. En los años transcurridos la definición de durabilidad, ha ganado poco a poco más fundamental debido al acontecimiento de sucesos evidentes, mientras la envergadura de la obra sea mayor se deberá soportar por ataques de congelamiento y deshielo, sulfatos, cloruros y a la carbonatación ya que la primera característica en nuestra región de Pasco se presenta con gran frecuencia.

En los países más desarrollados emplean una gran inversión económica para la rehabilitación y el mantenimiento de las edificaciones de concreto.

El desgaste que presenta el concreto debido al fenómeno cíclico de congelamiento y deshielo influyen de manera negativa en las edificaciones de las superestructuras, pavimentos y estructuras en las zonas del alto andino (Pasco) de Perú, debido a esto las edificaciones no logran desarrollar toda su vida útil para el cual se diseñaron la cual esto inestabiliza el costo y beneficio por el cual fue construida. Entonces para garantizar y logran una condición adecuada de las edificaciones se conserven sus beneficios básicos de su uso (seguridad, estética y funcionabilidad), es importante orientarse al diseño del hormigón no solo de un punto de resistencia, sino de durabilidad ante eventos negativos como los agentes químicos y climáticos.

El avance en las investigaciones en el campo de la construcción has logrado acrecentar la conducta física y mecánica; además de menorar su costo de elaboración. En los últimos años la nanotecnología ha logrado investigar a los elementos de pequeños tamaños que son nanométricos. El nanosilice es uno de los usos que imparte la

nanotecnología en las edificaciones que es procedente del humo de sílice, lo cual este contiene una condición puzolánica que colabora en la condensación en la masa, lo que lleva a su disminución de porosidad y creando una mejora en las propiedades mecánicas del concreto.

Pese a su influencia positiva, no se tiene claro de los efectos que provoca este aditivo al hormigón que está sometida a ciclos de congelamiento y deshielo. Los efectos producidos por este fenómeno cíclico en Pasco se presentan como descascaramientos y/o fisuras.

La presencia de estos efectos son los que me motivaron a realizar esta investigación. Por parte para elaborar este elemento, con combinación de porcentajes de nanotecnologías en el hormigón frente a una causa que influye en su duración debido al fenómeno cíclico de congelamiento y deshielo de Pasco. Para esto se sometieron a las briquetas de concreto a las pruebas con en el fenómeno cíclico de congelamiento y deshielo, lo cual se definieron las características fundamentales con pruebas en su estado fresco y endurecido del concreto, lo cual para afianzar su consistencia y también para calcular la conducta del elemento al paso del tiempo.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
------------------------------------	---

2.2. Bases teóricas – científicas	8
2.3. Definición de términos básicos.....	41
2.4. Formulación de hipótesis	44
2.4.1. Hipótesis general.....	44
2.4.2. Hipótesis específica	44
2.5. Identificación de variables.....	45
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	45

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	47
3.2. Nivel de investigación	47
3.3. Métodos de investigación	47
3.4. Diseño de investigación.....	48
3.5. Población y muestra.....	48
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	52
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	55
3.9. Tratamiento estadístico	55
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	55

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	56
--	----

4.2. Presentación análisis e interpretación de resultados.....	60
4.3. Prueba de hipótesis	62
4.4. Discusión de resultados	69

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Límites permisibles para el curado y agua de mezcla según la norma NTP 339.088.....	23
TABLA N° 2: Clasificación del concreto por su consistencia	27
TABLA N° 3: Contenido de aire de diseño.....	31
TABLA N° 4: Edades de ensayo y tolerancias permisibles	32
TABLA N° 5: Resumen de la figura del diagrama de especímenes.....	51
TABLA N° 6: Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a la edad de 7 días.	61
TABLA N° 7: Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a la edad de 28 días.	61
TABLA N° 8: Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a 56 días.....	62
TABLA N° 9: Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 7 días	64
TABLA N° 10: Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 28 días.....	64
TABLA N° 11: Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 56 días.....	65
TABLA N° 12: Reducción de la cantidad de agua al adicionar Nanosilice	70
TABLA N° 13: Incremento de la Característica mecánica axial del concreto al adicionar Nanosilice	70
TABLA N° 14: Resistencia a la Compresión del concreto sometido a CCD.....	71
TABLA N° 15: Porosidad Abierta Promedio (%).....	72

TABLA N° 16: Ensayos de concreto en estado endurecido con adición de Nanosilice y el porcentaje de incremento de resistencia de compresión del concreto	75
TABLA N° 17: Relación entre el concreto patrón y el concreto con efectos de CCD.	78
TABLA N° 18: Comparación entre el diseño de mezcla 0.5 de adición de nanosilice y 0.5 de nanosilice sometidos a CCD	79
TABLA N° 19: Comparación entre el diseño de mezcla 1.0 de adición de nanosilice y 1.0 de nanosilice sometidos a CCD	80
TABLA N° 20: Comparación entre el diseño de mezcla 1.5 de adición de nanosilice y 1.5 de nanosilice sometidos a CCD	81
TABLA N° 23: Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 0.5% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón	95
TABLA N° 24: Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 1.0% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón	96
TABLA N° 25: Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 1.5% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón	97
TABLA N° 26: Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto patrón y un concreto a CCP	98
TABLA N° 27: Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 0.5% nanosilice y un concreto con 0.5% de nanosilice a CCP.....	99
TABLA N° 28: Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 1.0% nanosilice y un concreto con 1.0% de nanosilice a CCP.....	100
TABLA N° 29: Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 1.5% nanosilice y un concreto con 1.5% de nanosilice a CCP.....	101
TABLA N° 21: Matriz de operacionalización de variables.....	128
TABLA N° 22: Matriz de consistencia	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nanosílice coloidal	36
Figura 2: Superplastificante de naftaleno.....	37
Figura 3: Superplastificante de policarboxilato	38
Figura 4: Diagrama de muestras usadas la investigación.....	50
Figura 5: Resistencia a Compresión con Adición del Nanosilice	71
Figura 6: Resistencia a la Compresión del concreto sometido a CCD	72
Figura 7: Porcentaje de Nanosilice y Reducción de porcentaje de agua.....	74
Figura 8: Comparación de la resistencia a compresión en días y porcentajes de adición de nanosilice	77
Figura 9: Relación entre el Concreto Patrón y el concreto patrón con efectos de CCD	78
Figura 10: Comparación entre el diseño de mezcla 0.5 de adición de nanosilice y 0.5 de nanosilice sometidos a CCD	79
Figura 11: Comparación entre el diseño de mezcla 1.0 de adición de nanosilice y 1.0 de nanosilice sometidos a CCD	80
Figura 12: Comparación entre el diseño de mezcla 1.5 de adición de nanosilice y 1.5 de nanosilice sometidos a CCD	81
Figura 13: Análisis estadístico - Concreto Patrón a 7 días de edad	104
Figura 14: Análisis estadístico - Concreto Patrón a 28 días de edad	105
Figura 15: Análisis estadístico - Concreto Patrón a 56 días de edad	106
Figura 16: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 7 días de edad	107
Figura 17: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 28 días de edad	108

Figura 18: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 56 días de edad	109
Figura 19: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 7 días de edad	110
Figura 20: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 28 días de edad	111
Figura 21: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 56 días de edad	112
Figura 22: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 7 días de edad	113
Figura 23: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 28 días de edad	114
Figura 24: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 56 días de edad	115
Figura 25: Análisis estadístico - Concreto Patrón y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad.....	116
Figura 26: Análisis estadístico - Concreto Patrón sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad.....	117
Figura 27: Análisis estadístico - Concreto Patrón sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad.....	118
Figura 28: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad.....	119
Figura 29: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad.....	120

Figura 30: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad.....	121
Figura 31: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad.....	122
Figura 32: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad.....	123
Figura 33: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad.....	124
Figura 34: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad.....	125
Figura 35: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad.....	126
Figura 36: Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad.....	127

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la actualidad el concreto simple es un componente muy comúnmente usado en el ámbito de la construcción. Así que a nivel mundial la gran mayoría de las viviendas e infraestructuras están ejecutados con este material. Debido a las características que tiene este material y sus respectivas tecnologías, presentan una relación en el campo de la ingeniería como en lo arquitectónico y presentan una gran influencia económica que se vincula con la preservación del medio ambiente.

El ciclo de vida de las edificaciones de concreto simple tiene de prioridad calcularlo actualmente, en el que se considera los siguientes enfoques de seguridad como son el: estado límite de iniciación o deterioro, estado límite de durabilidad y estado límite de falla, en la que estos enfoques nos ayudaran a comprobar el servicio adecuado de las construcciones. Dado que los estados límites de durabilidad se basan en comprobar la capacidad que tiene la estructura en sostener durante la vida útil en condiciones severas, como químicas o físicas a la que se expone.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación De Tiempo

Debido a que en Cerro de Pasco la época más fría se da durante 2 meses aproximadamente que es producido desde el 13 de junio al 2 de agosto, siendo el mes de julio el mes más frío que presenta temperaturas hasta -2 C° y un máximo de 12 C° , el cual es el más adecuado para desarrollar esta investigación.

1.2.2. Delimitación De Concepto

Debido a que la nanotecnología en Cerro de Pasco es muy limitada, ya que no se ha realizado investigaciones con esta adición en la zona pasqueña, ya que se usa el concreto simple debido a baja experiencia con este tipo de tecnologías incorporadas en el concreto y la envergadura de las construcciones.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿De qué manera influye la adición de nanosilice y superplastificantes, en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto?
- ¿De qué manera influye la adición de Superplastificante en las propiedades del concreto?
- ¿De qué manera influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto en estado fresco?

- ¿De qué manera influye la adición de Superplastificante en las propiedades del concreto en estado fresco?
- ¿De qué manera influye la adición de 0,5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto?
- ¿De qué manera influye la adición de 1,0% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto?
- ¿De qué manera influye la adición de 1,5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la manera en que influye la adición nanosilice y el superplastificante en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la manera en que influye la la adición nanosilice en las propiedades del concreto.
- Determinar la manera en que influye la adición de superplastificante en las propiedades del concreto.
- Determinar la manera en que influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto en estado fresco.
- Determinar la manera en que influye la adición de superplastificante en las propiedades del concreto en estado fresco.
- Determinar la manera en que influye la adición de 0.5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto

- Determinar la manera en que influye la adición de 1.0% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto
- Determinar la manera en que influye la adición de 1.5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto

1.5. Justificación de la investigación

Como se sabe que en el territorio peruano el elemento esencial que se utiliza en las viviendas e infraestructuras es el concreto simple, ya que ofrece grandes ventajas por las características que tiene al momento de ejecutar un proyecto de construcción, ya que el uso de este material se viene innovando frecuentemente, las empresas constructoras aprovechan al máximo este material sacándole la mayor ventaja posible a sus propiedades, y se va desarrollando nuevas formas en el proceso de elaboración y uso de este material.

Este estudio se basa en un tema poco tomando en los estudios realizados hasta el momento, que es el cálculo de la influencia en las propiedades al adicionar nanosilice en el concreto que estarán sometidos a congelamiento y deshielo, tras las diferentes combinaciones en porcentajes de adicionar nanosilice en el concreto, se trabajará mediante los ensayos en el laboratorio, donde se obtendrá el resultado a compresión para el análisis previsto.

1.6. Limitaciones de la investigación

Limitada información respecto a la adición de nanotecnología dentro de los concretos convencionales.

Limitada tecnología para obtener las propiedades específicas de los componentes que son necesarios para poder elaborar una mezcla en condiciones excelentes.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Internacionales

De acuerdo a Zanon, Schmalz & Ferreira (2018) del departamento de Ingeniería Civil de la Federal University of San Carlos, Sao Carlos-SP, Brasil. Este estudio tiene de finalidad estudiar la influencia al adicionar nanosilice y superplastificante en distintas propiedades del concreto. Se elaboraron muestras con diferentes adiciones de superplastificante y nanosilice. “Se utilizaron como instrumentos de recolección de datos a los resultados de laboratorio de 1, 7 y 28 días de edad del concreto”. Los resultados indican que al adicionar cierto porcentaje de nanosilice se produce aumento en la resistencia a la compresión comparado con el hormigón referencial. Al concluir se obtuvo que al adicionar el nanosilice existe mejoras significativas en las propiedades del concreto, reduciendo el porcentaje que se utilizara de agua y aumentando la característica mecánica del concreto (resistencia a compresión del concreto).

De acuerdo a Gómez y Castillo (2016) en su investigación titulada “Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de partículas de nanosílice” de la universidad Autónoma de Nuevo León de México, tiene como objetivo evaluar el efecto al adicionar nanopartículas de sílice a matrices cementantes en el cual usaron una base de cemento portland con la finalidad de conocer la influencia que tiene esta adición en las propiedades químicas y mecánicas de los materiales usados. Usaron patrones con dosificaciones de 0.30% de NS con respecto a 5.0% del peso. Como resultados obtuvieron a 3 días de edad del concreto una mejora de 43% con respecto a la resistencia patrón, a los 7 días de edad del concreto una mejora de 11%, a los 28 días una mejora de 17%. El uso de partículas de nanosilice permiten incrementar la resistencia del concreto, lo cual en zonas de congelamiento y deshielo s serian de mucha importancia ya que se reducirían la relación a/c sin afectar la resistencia que se quiere alcanzar.

2.1.2. Nacionales

De acuerdo a López y Mamani (2017) de la Universidad Nacional del Altiplano (UNAP), Perú. El cual tiene como finalidad calcular el efecto de adicionar nano – sílice en la durabilidad que tiene el hormigón que estará sujeto a ciclos de congelamiento/deshielo. Lo que se realizaron cuatro diferentes muestras y dos maneras en el proceso de fraguado y curado de las briquetas con dimensiones de: 150 milímetros en su diámetro y 300 milímetros en su altura. “Como instrumento de recolección de datos se utilizaron resultados de laboratorio”. En la investigación se estimó que mientras se va aumentando la nano - sílice, se disminuye el porcentaje de agua en el hormigón fresco y las características mecánicas aumentan considerablemente al concreto patrón que se planteó. Además, se demostró que en el concreto al utilizar un mayor porcentaje de adición

de nano - sílice incrementa las características mecánicas del concreto y reduce en su porosidad, por ende, mejora la durabilidad en el hormigón que está sujeto a ciclos de congelamiento/deshielo.

En 2014, Escobedo en su investigación en la Universidad nacional de Cajamarca (UNC), Perú. Esta investigación tenía la finalidad de estudiar los concretos de alta resistencia preparados con nanosilice en distintas proporciones y superplastificante a un porcentaje de 1%. Lo que propuso un patrón con adiciones de nanosilice con dosificaciones en distinto porcentaje, y “utilizaron como instrumento para la recolección de datos los resultados de laboratorio a 7 y 28 días de edad del concreto”. Ya que como resultado se obtuvieron un aumento en la característica mecánica a los 7 con 1.5% de nanosilice un incremento de la resistencia con valor de 619.97 kg/cm² y a los 28 días de edad una resistencia de 785.30 kg/cm² el incremento en comparación al concreto patrón fue de 15%. La proporción óptima para el uso del nanosilice es de 1.5%.

Según Roldan y Vargas (2018) de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Perú. Esta investigación tuvo como finalidad establecer el diseño de mezcla para un hormigón de una resistencia alta al adicionar superplastificante (Sika Viscocrete SC - 50) y nano - sílice (GAIA). Se elaboraron probetas con diseños de mezclas según la metodología ACI, al usar dosificaciones de nanosilice en un 0.30%, 0.50% y 0.70% en relación al cementante. Se utilizaron los resultados de laboratorio de 3, 7 y 28 días como instrumento para recolectar datos. En lo que de los resultados obtenidos son favorables en el desarrollo de análisis de las características mecánicas (resistencia a compresión) del concreto, lo que se consideró el más óptimo al adicionar 0.50% de nanosilice. Se concluyó que al

adicionar nano – sílice esta mejora las características en su estado endurecido como en su estado fresco del hormigón.

En 2017, Loayza en su investigación realizada en la Universidad Nacional de San Agustín (UNAS), Perú. Esta investigación tenía la finalidad de conocer la influencia del nanosilice en concreto con diferentes tipos de agregados. Se elaboraron probetas con diferentes porcentajes de nanosilice (0.5%, 1%, 1.2%) en relación al peso del cemento, se tomaron valores a 1, 7, 28 días de edad del concreto. Se obtuvo como resultado valores favorables a los que en su resistencia a compresión en el primer día un 44% con respecto al final y a los 7 días un 83% de lo que se debería obtener a los 28 días. Los mejores resultados que se obtuvieron fue la combinación usada de 1% de nanosilice en la mezcla.

Según Aguilar (2015) de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), Perú. Este estudio tuvo la finalidad de investigar los concretos de alta resistencia al adicionar nanosilice y superplastificante. Se tomaron resultados en laboratorio a 1, 3, 7, 28 y 90 días de edad a lo que obtuvo como máximo resultado de la rotura de probetas 1282 kg/cm². El nanosilice nos permite incrementar la resistencia del concreto, la cual nos permite hacer modificaciones con la relación a/c de la mezcla para el concreto.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Concreto

Este material está establecido por la combinación de ciertas relaciones en agregados, agua y cemento y en ocasiones se usan aditivos, “al reaccionar con el agua se tiene una pasta moldeable y plástica y al transcurrir un lapso de tiempo adquiere una consistencia dura con propiedades resistentes y aislantes, lo que es un material adecuado para las diferentes construcciones” (Abanto, 2017).

A lo que también menciona Torres (2004) “en el concreto es un elemento convencional que se produce de la combinación de componentes”, esencialmente de tres, agregado, agua y cemento, y en ocasiones se introduce un cuarto componente que es el aditivo, y en el proceso de mezclarlo se presenta el quinto componente que es el aire de acuerdo. En este proceso según la NTP 339.047 (2006) el agua y el cemento tienen una reacción química, a lo que en el proceso de fraguado se unen las partículas de los agregados (finos y gruesos) y cemento funciona como aglutinante.

Al mezclar los componentes se forma un volumen de característica heterogénea y plástica que es posible compactarla y moldearla con facilidad; en cuanto va transcurriendo un periodo de tiempo esta masa va ganando rigidez y empieza a tener un apariencia, comportamiento y propiedades de un elemento resistente; para así al fin y al cabo convertirse un elemento sólido.

La masa es el efecto final el cambio químico entre el agua y el cemento. “En lo que es considerado en la etapa de continuidad del concreto, ya que constantemente esta adherida con algo de esta misma a través de todo junto” (Torres, 2004).

El conglomerado (agregados) es un periodo no continuo del hormigón, debido a que estos granos no están en contacto uno del otro o unidas, si no estas se encuentran aisladas por distintos tamaños de la masa reducida.

Las características del hormigón están establecidas principalmente por propiedades físicas como químicas de todo su compuesto (agregado, agua y cemento), a lo que puede conocerse más a detalle al analizar la esencia del concreto.

2.2.2. Componentes del concreto

2.2.2.1. Cemento Pórtland

El cemento portland es producto de la pulverización que además de la cal quemada (óxido de calcio CaO) esta está compuesta por: óxido de hierro, alúmina y sílice y que reacciona al adicionar un cierto porcentaje de agua, lo cual produce una masa con la propiedad de endurecerse. Se excluyen las cales aéreas, yesos y cales hidráulicas (Rivera, 2015).

Según Abanto (2017) en estos tiempos cemento portland, es definido, como la combinación que es obtenida de los materiales arcillosos, calcáreos y además de materiales que tengan oxido de fierro y sílice. En los que al calentar a muy altas temperaturas (1500 – 1600 C°) luego en una molienda se obtiene de resultado el Clinker al que se mezcla con yeso mejorar la capacidad del tiempo de secado.

1. Tipos de Cemento:

De acuerdo a Torres (2004), los diferentes tipos de cementos son los siguientes:

Cementos Portland sin adición:

- Tipo I: este cemento es considerado normal ya que se emplea para cualquier construcción de forma general.
- Tipo II: este tipo de cemento tiene la posibilidad de resistir ante los sulfatos, al que tiene la característica de un mesurado calor de hidratación
- Tipo III: este tipo de cemento tiene una capacidad de resistencia alta al inicio, lo que se usa en la necesidad de un endurecimiento temprano del concreto, al que tiene la característica de alto calor de hidratación.

- Tipo IV: “este tipo de cemento es usado cuando necesitamos un bajo calor de hidratación, para prevenir en ensanchamiento en el fraguado” (Torres, 2004).
- Tipo V: este tipo de cemento es empleado en construcciones que se tenga un contacto natural con sulfatos y se necesita una resistencia elevada de presencia de sulfatos.

2. Propiedades del cemento

- **Finura o Fineza**

“Esta propiedad tiene referencia a un grado molido en forma de polvo, al que es expresado por su superficie específica, en m^2/kg ” (Torres, 2004). En los laboratorios hay dos tipos de ensayos que permiten determinarlos, los cuales son la Permeabilidad de Blaine y el Turbidímetro de Wagner, entonces, mientras más es la finura, su resistencia aumenta, pero además aumenta su calor de hidratación y produce variaciones en su volumen. Mientras el cemento es mucho más fino de sus partículas, se producirá un aumento en la rapidez en la que se hidrata el cemento y una mejora en el desarrollo de su resistencia.

- **Peso Específico**

Esta propiedad está referida al peso del cemento por la unidad volumétrica lo que es expresado en gr/cm^3 . En los laboratorios se determina a través de la NTP 334.005 que es el Ensayo del Frasco de Le Chatelier, lo que es de utilidad para el cálculo de diseños de mezclas.

- **Tiempo de Fraguado**

Esta propiedad es el tiempo transcurrido entre la combinación de componentes del concreto y el fraguado de la pasta, y es expresado en

minutos (min). En los laboratorios existe dos métodos para calcularlo los cuales son las Agujas de Vicat y las Agujas de Gillmore, es importante a la hora de la colocación adecuada en obra y la solidificación del concreto.

- **Estabilidad de Volumen**

Esta propiedad muestra la verificación del cambio volumétrico debido a la existencia de los agentes de expansión lo que es representado en porcentaje (%). En los laboratorios se determinarán mediante la Prueba de Expansión en Autoclave.

- **Resistencia a la Compresión**

Esta característica nos permite medir la resistencia del cemento a soportar la interacción de los sistemas con el exterior del mismo (fuerza externa). Lo que esta es una importante propiedad lo que cual se expresa en kg/cm^2 . En los laboratorios se determina a través del ensayo técnico para determinar su compresión en briquetas cubicas de 5 centímetros de lado, lo que esta propiedad define la calidad del cemento.

- **Contenido de aire**

Esta propiedad define la cantidad de aire apresado en la masa heterogénea (concreto), en lo que es expresado en porcentaje (%) del total de volumen. En los laboratorios se calculan mediante en ensayo de volumen y peso absoluto del concreto en un recipiente cilíndrico estándar, en lo que este aire atrapado disminuye la resistencia de un 5 por ciento por cada 1 por ciento de aire.

- **Calor de Hidratación**

Esta propiedad es referida al calor que se generara debido a la respuesta entre el agua y el cementante, lo cual es una reacción desprendida

al hidratarse el cemento. En los laboratorios se determinan por medio del ensayo de calorímetro de Botella Aislante o Langavant.

2.2.2.2. Agregados

“El agregado es un componente de origen artificial o natural dado por partículas inorgánicas, cuyas partículas tienen dimensiones comprendidas entre ciertos parámetros establecido en la” (NTP 400.011, 2008).

Los agregados forman parte del concreto entre 70% y 80% del volumen total de la masa. En el presente el agregado es considerado un material muy importante ya que permite adherir toda la mezcla cementante. Por ende, los agregados no son materiales de característica inerte, sino que al tener propiedades térmicas y físicas tienen influencia en el proceso de cambio de la funcionabilidad del concreto.

1. Clasificación

Existe una variedad de formas para clasificarlos, los cuales son:

Por su naturaleza

- **Agregado Grueso**

El agregado grueso presenta partículas de dimensiones retenidas en el tamiz N°4 y está compuesto por grabas y rocas partidas, a lo que están situadas de disponibilidad en las canteras a la que están escogidas de acuerdo a características que cumplen a ciertas normas Torres (2004).

- **Agregado fino**

“El agregado fino está definido por aquellas partículas que pasan el tamiz 3/8” y se encuentra retenido por malla N°200”, el cual este material está compuesto por partículas naturales como artificiales que se consiguen

de las canteras de materiales sueltos que fueron depositados por el agua de escorrentía superficial. Los agregados finos presentan características para ser el mejor para su uso: al cual deben ser de características parcialmente finas, con pequeños alargamientos o esféricas, a lo que no deben contener partículas pequeñas, además de estar limpias y estar de acuerdo a ciertas características normadas Torres (2004).

2. Funciones del agregado

Este componente del hormigón tiene esencialmente las siguientes funciones:

- Formar como relleno o esqueleto apropiado para la masa (agua y cemento), al reducir la cantidad de la masa por metro cubico.
- Genera una pasta de partículas con la capacidad de soportar las acciones negativas de la naturaleza o las acciones mecánicas, que consiga ejercer sobre el hormigón.
- Permite aminorar el total de masa volumétrica en el proceso de secado, endurecimiento, fraguado, calentamiento y humedecimiento de la masa.

El agregado fino generalmente se puede identificar por el número conocido como Índice de la finura, donde su valor es más pequeño cuando la medición del agregado es más fina. La propiedad de los agregados en el hormigón es de generar un esqueleto estable y rígido a lo que consigue unir a el agua y a el cemento (pasta). El concreto al estar en su estado fresco, la masa también empapa a los componentes del agregado al otórgale trabajabilidad y cohesión a la combinación. Para ejecutarlo

satisfactoriamente con las funciones provistas, entonces la pasta tiene que recubrir en su totalidad el espacio del agregado.

Al fracturarse una piedra del agregado, esta produciría una reducción de su tamaño, por ende, aparecerá superficies nuevas a la que no modificaran el total del peso de la piedra. Por lo que los agregados a tener un tamaño más pequeño esta ocupara mayor cantidad de agua y demandara mayor proporción de pasta. Por consiguiente, para ejecutar el concreto se recomienda usar el agregado de mayor tamaño compatible con las propiedades de su configuración.

La estructura de este material, dice que si presenta una característica rugosa esta presentará una mayor absorción que en los agregados de partículas lisas, por ende, se producirá un concreto con poca plasticidad.

3. Características del agregado

Características físicas

- **Densidad**

Esta característica se sujeta a la gravedad específica de sus componentes solidos como el de la permeabilidad del mismo material. Esta propiedad de los agregados es particularmente de importancia para los eventos en que se necesita diseñar un concreto de alto o bajo peso unitario. Los agregados que tienen baja densidad estos indican que el material es débil, poroso y de elevada absorción.

- **Porosidad**

Esta característica se debe a los espacios que no están ocupados por la materia consistente de las partículas de los agregados en lo que es una característica muy importante debido a la influencia en su resistencia a la

compresión, resistencia a la abrasión, gravedad específica, permeabilidad, absorción y resistencia a la abrasión.

- **Peso unitario**

Esta característica se debe al efecto de separar el peso del componente sobre el total del volumen además de incluir los vacíos. Al considerar las separaciones de cada partícula, esto influencia en el modo de su colocación, el proceso de cálculo se encuentra normado en NTP 400.017 y ASTM C 29. Este valor es de utilidad para poder realizar transformaciones del volumen del peso y viceversa, por ende, para el agregado de grano grueso sus pesos por unidad son altos a lo que significa que presentan muy pocas separaciones entre cemento y la arena.

- **Porcentaje de vacíos**

Esta característica está dada por el volumen y el porcentaje (%) de la separación entre los componentes del agregado, la cual depende al acomodar las partículas por lo que su valor referente, se da como en el caso de la unidad de peso. Para evaluar esta característica se recomienda usar la norma ASTM C29:

$$\% \text{ vacios} = \frac{(S \times W - P.U.C)}{S \times W} \times 100$$

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

- **Humedad**

Esta característica se da por la porción de agua que puede retener superficialmente una partícula, la cual esta influye dependiendo de la cantidad de agua, mientras esta se mayor esta necesitara menor cantidad de

agua en la composición de concreto lo cual se calculara de la siguiente manera:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso natural (Pn)} - \text{Peso seco (Ps)}}{\text{Peso seco (Ps)}} \times 100$$

Características Resistentes

- **La Resistencia**

Esta característica del agregado se relaciona a su textura, estructura y de su composición, la cual su propiedad mecánica no debería ser mayor que el de los agregados. Si las partículas de los agregados no presentan la cantidad adecuada de cemento el resultado será débil. La propiedad mecánica o su resistencia al chancado del componente debería permitir la resistencia total del principal cementante. La norma establece una manera para calcular la propiedad mecánica de los agregados al utilizar briquetas cilíndricas de 25.4 mm de altura y diámetro.

- **La Tenacidad**

La propiedad de tenacidad está relacionada con la capacidad de disipación de la energía del material. Esta característica está asociada con la textura, angularidad y flexión del material.

- **La Dureza**

Esta característica está definida como la dureza que presenta el agregado cuando se produce una resistencia al desgaste, abrasión o erosión en general. Esta propiedad dependerá de los componentes de las partículas del agregado. Cuando se emplean rocas en los concretos estos tienen que presentar la capacidad de resistir a la erosión o abrasión los cuales puede ser las rocas silíceas, las rocas densas que son originarias del volcán, la cuarcita y el cuarzo.

- **Módulo de elasticidad**

Esta característica es definida debido a la variación de esfuerzos con relación a la deformación elástica, incluyendo como una propiedad de medición de la capacidad mecánica del material ante deformaciones. Esta propiedad del material para su determinación en los agregados es muy peculiar en su cálculo, por ende, el concreto se deberá tratar con deformación por lo que es lógico intuir que este material asimismo debe tener la propiedad elástica de acuerdo al caso de concreto elaborado. El resultado del módulo de elasticidad tiene influencia en las contracciones y el escurrimiento plástico que puede darse.

Características térmicas

- **El Coeficiente de expansión**

Esta característica mide la suficiencia del tamaño de los agregados de acuerdo con la temperatura, esta dependerá en demasía de su estructura interna y su composición interna de las partículas y tendrá variaciones significativas para cada tipo de roca. En estas partículas secas tiene un resultado mayor al 10 por ciento que en una condición parcialmente saturada. Estos resultados están regularmente entre: 0.9×10^{-6} a $8.9 \times 10^{-6} / ^\circ C$.

- **El Calor específico**

Esta característica es la cuantía de calor que se necesita para aumentar un grado Celsius en la temperatura. Esta característica del agregado no variara demasiado en las diferentes rocas, caso contrario que estos presentes poros y sean ligeros.

- **La Conductividad térmica**

Esta característica es la menor o de mayor facilidad para dirigir el calor. Esta propiedad afecta necesariamente por su rango de variación de aproximación estrecha la que es su porosidad. Estos resultados son frecuentes en los agregados que están entre: 1.1 a 2.7 BTU / pie. hr. °F.

- **La Difusividad**

Esta característica representa a la velocidad de realizar cambios debido a la temperatura adentro de una pasta. La cual se tiene al fraccionar la conductividad sobre el resultado del calor específico y de su densidad.

Características químicas

- **Reacción Álcali – Sílice**

La sal iónica (álcalis) incluidos en el cementante este compuesto por potasio y el óxido de sodio los cuales estos pueden reaccionar a cierta humedad y temperatura, a lo que se generaría un gel que se expanda. Comúnmente para que se genere esta reacción necesita estar compuesta de un tiempo de 5 años, por álcalis de un orden a 0.6%, humedad relativa de 80% y temperatura ambiente a 30 °C a la se pueda evidenciar en la reacción.

La cual se encuentran pruebas de laboratorio que nos permitan calcular la reacción que están definidas en las normas ASTM C295, C289 y C277, la que nos permitirán obtener mayores datos para identificar la capacidad radioactiva del agregado.

- **Reacción Álcali – Carbonatos**

Esta reacción se da por la presencia de los carbonatos en los agregados lo cual se producen sustancias que se expanden, en nuestro Perú no se encuentran resultados de este tipo de reacciones. Lo cual para evaluar estas propiedades están ubicados en la norma ASTM C586.

2.2.2.3. Agua

El agua es un componente importante en la elaboración del concreto, ya que este componente está relacionado con las propiedades de resistencia, endurecimiento y resistencia.

Para utilizar el agua en el concreto esta debe ser potable y aquella que no tenga olores ni sabores, pero en ocasiones se pueden usar también aguas no potables, pero con cumpla ciertos parámetros establecidos.

Este material es importante para la formación del concreto, esto se debe a lo siguiente:

- En el concreto en su estado fresco nos permitirá tener una trabajabilidad adecuada y necesaria para moldearlo.
- En el estado endurecido nos permite proporcionar la hidratación al concreto a través del proceso de curado

1. Importancia

- **La formación de gel**

La formación de gel es la fracción sólida de la masa la cual es el producto al reaccionar químicamente el agua con el cemento durante el transcurso de la pérdida de agua.

En el compuesto el gel viene a ser la unión porosa al enlazar un conjunto de partículas sólidas, el cual forma una malla trabada que está compuesta de material sin forma. Este gel realiza el papel más vital en la conducta del concreto, especialmente en sus propiedades mecánicas y en su módulo elástico.

Los componentes de silicato de calcio, el cual se constituye alrededor de un 75 por ciento del cementante, estos componentes reaccionan al

adicionar agua para el cual se forma otros nuevos componentes: el hidrato de silicato de calcio y el hidróxido de calcio.

2. En estado fresco

En el estado fresco facilita faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma.

3. En estado endurecido

En este proceso es necesario conocer las características y propiedades propuestas en un diseño. A lo que es necesario saber la velocidad en que reaccionara el agua y el cemento ya que esta velocidad nos dará el resultado que transcurra entre el fraguado y solidificación del concreto. A lo que se espera tener una reacción inicialmente lenta para que permita un transporte y colocación del concreto adecuada. Sin embargo, cuando el concreto ya se transportado, colocado y terminado es preferible una solidificación rápida del concreto. La adición del yeso en la molienda de Clinker actuara como controlador de la velocidad inicial al hidratar el cemento portland. Además, influyen otros factores en la velocidad de hidratación como la temperatura de los compuestos, el porcentaje de agua y la finura del agregado al momento de mezclar los materiales.

4. Curado del concreto

En esta fase es importante añadir el agua (hidratar) ya que el concreto al pasar los días aumentará su propiedad mecánica, mientras el concreto este constantemente hidratado o tenga una humedad aproximada al 80 por ciento y tenga una temperatura de concreto inferior a la hidratación, la congelación y entonces el incremento de la resistencia se detendrá. Si al concreto se le saturar después de un periodo de secado, su hidratación

regresara y volverá a incrementar su resistencia. Por ende, lo adecuado es utilizar el curado húmedo al hormigón de manera constante al terminar el proceso de colocación y este proceso se usará hasta que el concreto alcance la resistencia deseada y esta sea difícil restaurarla.

Como parte importante de modo general y sin implicaciones de realizar ensayos para conocer su calidad, se deberá usar para la hidratación aguas que son consideradas potables, o las que presenten características conforme a lo especificado en la norma. Debe considerarse, que no se pueden usar aguas que no estén dentro de las limitaciones que no toda el agua de consumo humano es adecuada para usarlo como hidratador del hormigón. Además, las aguas usadas para la preparación del concreto no deberán tener azúcares, aceites y sustancias colorantes. El agua que se empleara no debe tener componentes que puedan producir resultados sobre la apariencia del concreto, durabilidad, sobre elementos metálicos o el fraguado. Antes del uso del líquido es importante asegurarse que el almacén de estas no tenga características y composiciones que puedan alterar sus propiedades, así tener resultados óptimos en la construcción.

5. Requisitos de calidad

Al emplear el agua en la elaboración del concreto se debe tener ciertos parámetros establecidos en la NTP 339.088:

Límites permisibles para el curado y agua de mezcla según la norma NTP 339.088

TABLA N° 1:

Límites permisibles para el curado y agua de mezcla según la norma NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos	600	ppm	Máximo
Cloruros	1,000	ppm	Máximo
PH	5 a 8		Máximo

Nota. En esta se muestra los parámetros permisibles para poder usar el agua,

Adaptado de la NTP 339.088 (2006).

2.2.2.4. Aditivos

Una adición es definida, tanto por la Norma ASTM C125 y el Comité ACI 116R, como “un componente que, no siendo agua, cemento, agregado, fibra de refuerzo o agua puede formar parte del concreto o mortero, y añadido en proporción en el concreto antes o después del mezclado del mismo”.

Según Abanto (2017), es un material que se añade en el transcurso de la elaboración de la combinación de compuestos del concreto. Se usan para mejorar las características del concreto para ciertos casos adversos o complicados.

1. Tipos de aditivos

Los aditivos que incluyen aire: es usado fundamentalmente para mejorar la resistencia al derretimiento y congelamiento, proporcionando

una mejora en la resistencia ante intemperancias por deterioros para sales des congelantes, Abanto, (2017)

- Los aditivos que aceleren; la cual permite un aceleramiento en el proceso de una temprana edad del concreto.
- Los aditivos que retardan; estos se utilizan para aumentar más tiempo para el fraguado del concreto. Se usan en lugares donde la temperatura es notablemente elevada.
- Los Superplastificantes; estos se utilizan para aminorar la cantidad de agua y de la misma manera un aumento para los revestimientos, también, se utilizan para preparar cantidad iguales de concreto, pero con una menor cantidad de agua. Lo que se utiliza también para obtener concretos trabajables con resistencias superiores.
- Los aditivos de materiales impermeables al agua; estas adiciones producen un efecto positivo en concretos con poros a lo que retardan su filtración.

2.2.2.5. Etapas para la elaboración de un buen concreto son:

- La Dosificación.
- El Mezclado.
- El Transporte.
- La Colocación.
- La Consolidación.
- El Curado

Los concretos presentan diferentes formas como el: concreto liviano, concreto simples, concreto ciclópeo, concreto armado, concreto

premezclado, concreto bombeado, concreto liviano, concreto pesado, concreto normal y el concreto estructural de acuerdo a Abanto (2017).

2.2.2.6. Propiedades del Concreto

1. Trabajabilidad:

Según Abanto (2017) “la trabajabilidad es la propiedad que presenta el concreto en su estado fresco para facilitar el colocado, compactado, mezclado y exudación durante la obra y el acabado sin segregación”, no hay ensayo que nos ayude a calcular esta característica, en general se aprecia en las pruebas de consistencia.

2. Consistencia o fluidez:

Esta propiedad define el rango de humedad que presenta el concreto, lo que se da necesariamente por el porcentaje de agua. Para esta propiedad existe un ensayo para determinarlo es el slump test o de revenimiento que es empleado para determinar lo práctico del hormigón en su estado fresco. Este ensayo fue propuesto y elaborado por Dudt Abrams, y fue incluida en el 1978 por el ASTM (American Society for Testing and Materials) y verificada en el año 1978, esta prueba consiste en tomar una muestra de concreto en su estado fresco en una matriz ergonómica, a la que se mide el revenimiento del concreto fresco luego de quitarle el molde. El comportamiento que presente el concreto se llama consistencia que es su adaptación con la matriz de manera fácil al mantenerse homogéneo con el mínimo de vacíos que se presenta. El concreto es posible modificarlo con cambios en su porcentaje de agua de acuerdo a Abanto (2017).

3. Compacidad:

Según Abanto (2017) es la cuantía del compuesto sólido que contiene una mezcla del volumen de concreto. Además de ser un falso sólido es por poco imposible conseguir un concreto en totalidad compactada. La compactación competente y las dosificaciones de materiales adecuados a un 96 por ciento y 98 por ciento. Esta propiedad está dispuesta al peso específico con una incidencia directa.

4. Homogeneidad

Según Abanto (2017) es la capacidad por la que los diferentes compuestos del concreto se portan con regularidad su distribución en toda la mezcla, en que se toman algunas muestras de distintas partes del mismo en que presenten cualidades similares. Esta propiedad resulta de un mezclado del concreto y para mantener esta cualidad se debe considerar una colocación cuidadosa y un transporte adecuado.

5. Segregación

Esta propiedad se debe a la “separación de los distintos compuestos del concreto en su estado fresco” que presenten partículas de pesos y tamaños heterogéneos, los elementos mayores que también presentan mayor peso tienden a llegar a las zonas más profundas a la hora de colocar y transportar, por ende, las partículas más livianas y finas llegan a la parte superior del concreto. Esto se debe que su propiedad de cohesión interna entre los elementos del concreto no es la idónea, es de mala praxis vaciar el concreto que presenta propiedades en malas condiciones. A lo que se producirá segregación en el concreto en cual es_ menos durable, más débil

y además dejara un acabado de la superficie en pésimas condiciones, (Abanto, 2017)

2.2.2.7. Ensayos En El Estado Fresco

1. Asentamiento De Concreto Fresco Con El Cono De Abrams

- **Procedimiento**

Mojar el recipiente y colocarlo sobre un espacio plano no absorbente, la cual debemos mantenerlo fijo pisando sus aletas con firmeza, para luego llenarlo de concreto en tres (3) capas, de tal manera que se llene una tercera parte del recipiente. Por cada una de estas tres capas se compactará dándole veinticinco (25) golpes con la pieza larga de metal lo que serán distribuidos y aplicados de forma uniforme sobre toda la superficie. Para las primeras capas es necesario que la barras este inclinada y proporcionarlo a media parte golpes cerca de su perímetro, para luego en forma de tornillo hacia la mitad de cada capa. La primera parte se compactará de todo su volumen, para las demás capas se tendrá que compactar de la misma manera, además insertando la barra sutilmente en la capa que esta debajo.

TABLA N° 2:

Clasificación del concreto por su consistencia

Tipo de concreto	Asentamiento	Comportamiento en la descarga
Muy seco	< 2"	No fluye
Seco	2" a 3"	Necesita ayuda para fluir
Plastificado	4" a 5"	Fluye bien, forma pilas suaves
Fluido	6" a 7"	Fluye rápidamente, no forma pilas
Muy fluido	> 7"	Muy fluido, > 8" se puede autonivelar

Nota. Rodríguez (2012). Concreto de uso general en la construcción.

En el recipiente llenar con excedente antes de compactarlo en su última capa, pero si después de compactar faltará, entonces se le agregará lo necesario por encima del recipiente. Después se tendrá que enrasar usando la barra larga de metal o una plancha que se usa en la albañilería. Al terminar se lavará el recipiente, eh inmediatamente se medirá el asentamiento (Norma Técnica Peruana [NTP], 1999).

2. Peso unitario de concreto fresco

• Procedimiento

Para este ensayo se tendrá que llenar el molde hasta una tercera parte de su volumen, luego se tendrá que compactarse la capa inferior tomando en cuenta una distribución uniforme sobre toda su área sin golpear el fondo de la primera capa y al usar medio pie cubico se tendrá que compactarse con veinticinco (25) golpes y al utilizar el molde de 1 pie cubico, entonces cada capa se tendrá que compactarse con cincuenta (50) golpes. Al pegar el área exterior del molde con meticulosidad de diez a quince veces se usará un mazo de goma para que esto pueda facilitar la eliminación de aire atrapado. Luego se procederá a emplazar las siguientes capas (2^{da} y 3^{era}), tomando en cuenta los pasos anteriores que se usaron para la primera capa. Luego enrasar el área superior con una varilla compactadora o plancha de albañilería teniendo mucho cuidado de apartarlo lleno al molde justamente hasta el nivel superior (NTP 339.046).

Peso por metro cubico

$$P.U. = \frac{P - R}{V}$$

P.U. = Peso Untiario de Concreto

P = Peso del concreto + Peso del recipiente

$R = \text{Peso de recipiente}$

$V = \text{Volumen de recipiente}$

Volumen

$$V_h = \frac{N P_c + P_{af} + P_{ag} + P_a}{P.U.}$$

$V_h = \text{Volumen de concreto producido en } m^3$

$N = \text{Número de bolsas de cemento}$

$P_c = \text{Peso de una bolsa de cemento en Kg}$

$P_{af} = \text{Peso de agregado fino en Kg}$

$P_{ag} = \text{Peso del agregado grueso en Kg.}$

$P_a = \text{Peso del agua en Kg.}$

$P.U. = \text{Peso unitario del concreto fresco.}$

Rendimiento

$$Y = \frac{V_h}{V_d}$$

$Y = \text{Rendimiento del concreto por bolsa de cemento}$

$V_h = \text{Volumen del diseño de mezcla en } m^3$

3. Ensayo De Contenido De Aire - Método De Presión

• Procedimiento

Para realizar el ensayo es necesario humedecer previamente todos los equipos, teniendo especial cuidado en limpiar y humedecer la cubierta de montaje. Luego, se comenzará a colocar la primera capa y se realizará las 25 compactaciones con la varilla de punta semiesférica de diez a quince golpes utilizando el martillo de goma para eliminar el aire atrapado.

Para las demás capas se usará únicamente con energía imprescindible para que la varilla ingrese a el área de la anterior capa un aproximado de 1”

pulgada. Y se agregara a la tercera capa una pequeña cantidad de hormigón que permita pasar encima levemente el borde del molde.

Se tendrá que poner a nivel y medir el recipiente con la acción de la varilla o una plancha de albañilería. Luego se dejará limpio los bordes con una tela húmeda de tal manera que la parte de encima se afine así al cerrar con las abrazaderas se consiga un sello estático.

Antes que se coloque la parte de encima del montaje es importante que nos aseguremos que el área de la parte superior del montaje que este tenga contacto con el hormigón limpio y húmedo.

Luego se ensamblará el aparato, y cerrar la válvula de aire entre el molde de medida y la cámara de aire.

Después se abrirá las válvulas de cebado y se añadirá agua con una jeringa hasta que se llenara y se notara con pequeña salida por la válvula de purga opuesta; la que esto se realiza para que se expulse todo el aire que se encuentre entre la tapa y el concreto colocado, además es importante darle golpes sutilmente en tapadera con la mano.

Prosiguiendo el ensayo se tendrá que cerrar la llave de la cámara de aire y se aplicará aire hasta que el filamento de metal del instrumento de medición obtenga la presión estándar de medición de la herramienta. Es importante pegarle levemente con la mano al manómetro para asegurar el filamento de metal, si se presenta deficiencias en la presión esta tendrá que ser rectificado aplicándole aire y si presenta una excesiva cantidad de aire se liberará por medio de la válvula de purga.

TABLA N° 3:
Contenido de aire de diseño

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Nota. Norma Técnica Peruana (NTP 339.080). Contenido de aire para el diseño

Cuando el resultado del instrumento de medición se ajuste con la presión al calibrar se cerrará la llave de cebado. “Después se abrirá la llave de la cámara de aire, para acceder que el aire pase a la herramienta de medición”, mientras tanto en el proceso se le pegará levemente en la cara del molde con el mazo de goma para librar limitaciones locales. Golpear levemente con la mano el dial para establecer la aguja (NTP, 2011).

Cuando la lectura en el manómetro coincida con la presión de calibración se cerrarán las válvulas de cebado. Luego, se abrirá la válvula de la cámara de aire, para permitir que el aire pase al instrumento de medida, durante este proceso golpee ligeramente las caras del tazón con el mazo para liberar restricciones locales. Golpee ligeramente el dial a mano para estabilizar la aguja.

2.2.2.8. Ensayos En El Estado Endurecido

1. Ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto

- **Procedimiento**

Las pruebas de compresión de las muestras curadas humectadas con hechos tan rápido como sea funcional luego de apartarlo del almacenamiento humectado.

Las muestras cilíndricas deberán estar protegidas de su disminución de humedad de cualquier manera que convenga en el transcurso del ensayo y el almacenamiento humectado. Las muestras cilíndricas deberán ser ensayadas de carácter húmedo.

Todas las muestras cilíndricas de las pruebas para una edad establecida para la prueba deberán ser fracturado en el periodo admisible en paciencias preceptuadas como en lo siguiente:

TABLA N° 4:

Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edades de ensayo	Tolerancias permisibles
24 h	≈ 0,5 h o 2.1%
3 d	≈ 2 h o 2.8%
7 d	≈ 6 h o 3.6%
28 d	≈ 20 h o 3.0%
90 d	≈ 48 h o 2.2%

Nota. Norma Técnica Peruana (NTP 339.034). Edades de ensayo y tolerancias permisibles

- **Colocación de las muestras**

Colocar la muestra de fractura debajo. Con la cara solida superior, sobre la platina o la mesa del artefacto de la prueba directa por debajo de la roca de soporte del asiento globular (superior). Después se limpia las caras el enlace del bloque inferior y superior y las muestras de las pruebas e instalar las muestras sobre el bloque debajo de la fracción. Al emplear

almohadas, se limpia las áreas de los componentes tribológicos del anillo de retención y colocar en el centro las almohadillar o almohadilla sobre la muestra. Tener mucho cuidado en alinear el eje de la muestra con la parte céntrica con la acción y efecto de empujar de la forma rotular del bloque de asiento esferal.

- **Comprobación del asiento y cero del bloque:**

Para poder probar la muestra, se tiene que comprobar que la señalización de la carga está en cero. En caso que la señalización no este puesto en cero, se tiene que ajustar el señalador. Luego de poner la muestra en el artefacto, pero antes de la utilización del peine, desnivelar manualmente y levemente la parte movable del bloque del asiento esferal, de tal modo que el are de soporte sea semejante a la parte superior de la muestra de la prueba.

- **Comprobación de la alineación al utilizarse almohadillas:**

Al utilizar las almohadas, se tiene que verificar el alineamiento de la muestra luego de aplicar la carga, anteriormente de conseguir el 10 por ciento de la resistencia temprana de la muestra. Al confirmar que el eje del espécimen no se separe de la perpendicular en más de 0.5 grados y que el costado del espécimen se centre en el anillo de retención. Si el alineamiento del espécimen no puede cumplir con los requerimientos, recentar y librar carga con cuidado la muestra. Después comprobar el medio de muestra y generar la carga y el alineamiento. Es aceptable un pequeño tiempo al aplicar la cargar para que se compruebe el alineamiento.

- **Velocidad de carga:**

La aplicación de la carga de ser sin impacto y con continuidad.

El generar carga debe ser puesta a una velocidad de actividad de medición desde la cruceta a la platina correspondiente a un movimiento de carga sobre la muestra de $0,25 \pm 0,05 \text{ M Pa/s}$. La cual la velocidad de diseño será propuesta al menos en proceso de la media final del estado de la carga prevista.

En el proceso utilización de la media fase de carga prevista, una velocidad alta en la carga permisible. La velocidad alta de la carga está adaptada de un modo controlado, dado que la muestra no esté sometida a una carga de golpes.

Lo importantes en no realizar ajustes en velocidad de cambio desde la cruceta a la platina cuando se está alcanzando la carga final y el movimiento de esfuerzo disminuye debido a la fracción de la muestra.

Al general la carga de compresión entre tanto la indicación del espécimen que la carga se menora constantemente y la muestra del patrón se fracciona de manera definida. Para que el artefacto de prueba, que muestra un señalador de fractura de la muestra, el cerramiento mecánico del artefacto de pruebas está vedado hasta que la carga decaía de un menor valor del 95 por ciento de la máxima carga. Cuando se hacen prueba con almohadas, una rotura en las esquinas de similar en el patrón, pueden producirse antes que esta muestra alcance su capacidad ultima. Entonces se registrará la máxima carga que alcance la muestra durante la prueba y escribir el patrón obtenido de la fracción conforme, además de describir y esquematizar la fracción prontamente. Si el estándar de la fracción no representa a los estándares normales, se recomienda describir y bosquejar concisamente el estándar de la fracción. Si la medida de la resistencia es

menor a lo propuesto, se examinará la fracción de la muestra y señalar la certidumbre de la separación (segregación), y la apariencia de cangrejas (presencia de vacíos de aire); si la fracción pasan preponderantemente en torno o por medio de las porciones del agregado grueso, y comprobar si el frontado se desarrolló conformemente con las NTP 339.216 o NTP 339.037.

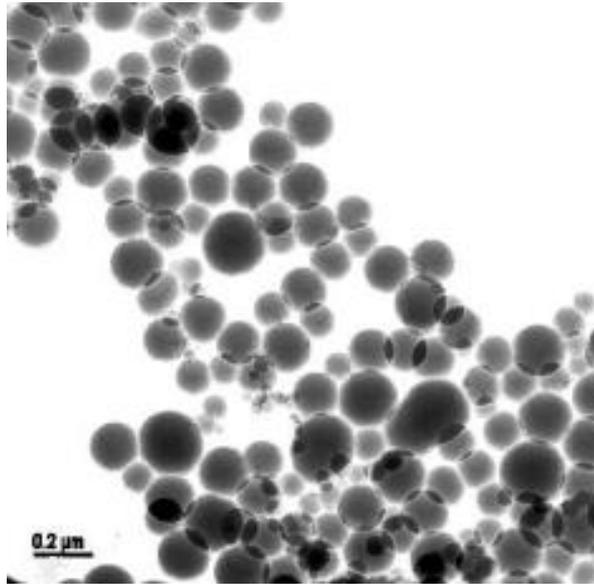
2.2.2.9. Nanosilice

La nanosilice de la serie CK-NS96 es un material en polvo con un 50 % o más de granos de tamaño de partícula <100 nm. Presenta un volumen ligero y esponjoso, una densidad aparente inferior a 0,15-0,2 g/cm³, un área de superficie específica superior a 500 metros cuadrados/gy una alta actividad química. Como contiene un enlace OH en la superficie, la nanosilice es un óxido ácido que pertenece al radical ácido del silicato e hidrofílico con una absorción de agua superior a 5 veces mayor que la propia (Duarte, 2013).

Serie de nanosilice:

- CK-NS96: altamente hidrofílico, adecuado para sistemas a base de agua.
- CK-NS96MO: producto hidrofóbico de superficie modificada, apto para sistema base agua y base aceite.

Figura 1
Nanosílice coloidal



Nota. Nanosílice coloidal (obtenida por microscopio electrónico de transmisión). Tomado de Efecto De La Adición De Nanosílice En Cementos Y Concretos. Duarte, Dave. (2013), Universidad Simón Bolívar.

El Nano sílice es utilizado para modificar la dispersión y la plasticidad del hormigón de cemento, a fin de impartir propiedades anti-sangrado, impermeabilidad mejorada, rendimiento anticongelante, menor calor de hidratación y vida prolongada.

2.2.2.10. Superplastificante

El superplastificante de concreto es conocido también como reductor de agua de alto rango. Pertenecen a las sustancias orgánicas sintéticas solubles en agua que reducen el porcentaje de agua que es requerido para lograr cierta estabilidad del concreto, reducen la relación agua/cemento, reducen el contenido del cementante y aumentan el asentamiento. Además, se puede utilizar para los componentes reductores de agua y de refuerzo de varios aditivos compuestos. Más importante aún,

la proporción de reducción de agua puede ser de hasta un 25% (Kingsun, 2018).

1. Tipos de superplastificantes

- **Superplastificante de naftaleno**

El superplastificante de naftaleno (SNF/PNS/FDN) es un tipo de superplastificante de alto rango y la apariencia es un polvo marrón claro. Es muy soluble en agua, y la tasa de reducción de agua es de hasta un 25%. Además, comúnmente se le conoce como un súper plastificante. En general, esta mezcla de concreto se puede utilizar en la industria del cemento y la construcción.

Figura 2

Superplastificante de naftaleno



Nota: Adaptado de Kingsun for better chemicals. En la imagen que se presenta tiene las siguientes características:

- a. Nombre del producto: Naftaleno sulfonato de sodio
- b. Abreviatura: Superplastificante SNF/PNS/FDN
- c. Tipo de producto: SNF-A, SNF-B, SNF-C
- d. Apariencia: polvo marrón claro

- **Superplastificante de policarboxilato**

El superplastificante de policarboxilato (PCE) en polvo/líquido pertenece al agente reductor de agua de rendimiento alto de tercera generación. Este tipo de superplastificante se desarrolla después del agente reductor de agua general representado por el lignosulfonato de sodio y el superplastificante de naftaleno. Tiene características de baja dosificación, alta reducción de agua, pequeña contracción, lo que puede mejorar en gran medida la resistencia del concreto. Además, se puede usar más escoria o cenizas volantes en lugar de cemento para reducir costos.

Figura 3

Superplastificante de policarboxilato



Nota: Nota: Adaptado de Kingsun for better chemicals. En la imagen que se presenta tiene las siguientes características:

- a. Nombre del producto: superplastificante de policarboxilato
- b. Tipo de producto: PCE-Polvo o Líquido
- c. Apariencia: Polvo blanco, Líquido amarillo claro
- d. Tasa de reducción de agua: $\geq 25\%$

- **Ventajas del superplastificante**

El superplastificante de concreto de alta gama tiene un fuerte efecto de dispersión sobre el cemento, lo que puede mejorar en gran medida la fluidez de la mezcla de cemento y el asentamiento del hormigón y, al mismo tiempo, reducir en gran medida el consumo de agua y mejorar significativamente la trabajabilidad del concreto. Sin embargo, algunos reductores de agua de alta eficiencia acelerarán la pérdida del asentamiento del concreto y, si la cantidad es demasiado grande, sangrará. El agente reductor de agua de alta eficiencia no cambia sustancialmente el tiempo de fraguado del concreto. Cuando la dosificación de superplastificante en el concreto es grande (sobredosificación), el retardo se retarda ligeramente, pero no se retarda la resistencia inicial del concreto endurecido.

Puede reducir en gran medida la cantidad de agua y aumentar significativamente la resistencia del concreto a distintas edades. Cuando la resistencia se mantiene constante, el cemento se puede ahorrar un 10% o más.

El contenido de iones de cloruro es pequeño y no causa oxidación en el acero. Puede mejorar la impermeabilidad, la resistencia a la congelación y descongelación y la resistencia a la corrosión del hormigón y mejorar la durabilidad del hormigón.

2.2.2.11. Resistencia a la Comprensión del Concreto

Los seres humanos han utilizado concreto durante siglos. Sus ingredientes principales se remontan a la antigua civilización egipcia. “Pero con el desarrollo de nuevos aditivos para concreto, hoy en día, podemos producir una mezcla más robusta y manejable”. De hecho, el concreto es

ahora un material utilizado en todo el mundo, ya que es fuerte y muy duradero, de acuerdo a Big (2002).

Pero hablando de la resistencia del concreto, existen diferentes formas de acceder al mismo. El concreto logra diferentes calidades con diferentes propiedades de resistencia para lograr una solución ideal en diversos casos de uso.

1. Definición

La resistencia a la compresión es una medida ampliamente aceptada para acceder al comportamiento establecido de una mezcla de concreto. Es importante considerar la apariencia del concreto porque es la medida fundamental que decide qué tanto el concreto puede soportar las cargas que influyen en su tamaño. Le dice con precisión si una mezcla en particular es adecuada o no para cumplir con los requisitos de un proyecto específico, de acuerdo a Big (2002).

El concreto puede soportar excelentemente la carga de compresión. Por eso es adecuado para la construcción de arcos, columnas, presas, cimientos y revestimientos de túneles. Las propiedades mecánicas del concreto se calculan con briquetas cilíndricas hechas de concreto en estado fresco. Después se ensaya a compresión a diferentes edades. La forma y el tamaño también puede verse afectado la fuerza conveniente. Se realizan pruebas adicionales para obtener información detallada sobre la competencia del desarrollo de la fuerza.

Por lo general, las propiedades mecánicas del concreto varía de 2500 psi (17 MPa) a 4000 psi (28 MPa) y más en

estructuras residenciales y comerciales . Varias aplicaciones también utilizan fuerzas superiores a 10 000 psi (70 MPa).

2. Factores que afectan la resistencia del concreto

- El tipo de cemento
- La calidad y cantidad o marca de este producto
- Sustitución accidental de cemento
- Clasificación y limpieza del agregado.
- La relación de agua para la combinación.
- La ausencia o presencia de adiciones
- Las maneras de colocación y manipulación del concreto.
- La temperatura
- Mezclando
- Las condiciones de curado
- Las variaciones entre envíos
- La edad del concreto cuando está en forma y probado

A veces, incluso sustancias extrañas se abren paso en la mezcla, lo que afecta su fuerza. Por lo que eliminar los elementos que no aplican y considerar los significativos es un paso fundamental para lograr la resistencia deseada. Además, una inspección adecuada asegura que no surjan variaciones que afecten la resistencia del concreto.

2.3. Definición de términos básicos

- a. Aditivo.** Según Abanto (2017), es un material que se añade en el concreto en transcurso del proceso de la preparación del concreto. A lo que se emplea cuando se requiere incrementar el desempeño del hormigón en presencia de intemperancias.

- b. Agregado fino.** “Está definido por aquellas partículas que pasan el tamiz N°3/8” y se encuentra retenido en la malla N°200”, el cual este material está compuesto por arenas naturales o artificiales que se consigue de las canteras aluviales de acuerdo a Torres (2004).
- c. Agregado grueso.** “El agregado grueso presenta partículas de dimensiones retenidas en el tamiz N°4 y está compuesto por grabas o rocas partidas”, el cual se encuentra dispuesto en canteras seleccionadas de acuerdo a características que se adecuen, Torres (2004).
- d. Agua.** El agua en un componente de mucha importancia en la preparación del hormigón, ya que este componente está relacionado con las propiedades de resistencia, endurecido y resistencia.
- e. Cemento.** Según Abanto (2017) en el presente este elemento es muy conocido como cemento portland, y está definido, como una combinación que resulta de materiales arcillosos, calcáreos y además de otros elementos que tiene oxido de fierro y sílice.
- f. Compacidad.** Es el número de unidades solidad que contiene un grupo en volumen de concreto. Frecuentemente, al ser un falso solido es un procedimiento impracticable obtener un concreto en completa compacidad.
- g. Concreto.** “El concreto es un elemento convencional que se produce de la mezcla de componentes, esencialmente de tres, agregado, agua y cemento”, y en ocasiones se introduce un cuarto componente que es el aditivo, y en el proceso de mezclarlo se presenta el quinto componente que es el aire de acuerdo a Torres (2004).
- h. Consistencia.** Es definido por el grado de humedad que presenta el concreto en estado fresco. Esta prueba de consistencia, es conocido también como slump

test o revenimiento y es usado para denominar el comportamiento del concreto en estado fresco Abanto (2017).

- i. Homogeneidad.** Según Abanto (2017) es el rasgo en la que los distintos compuestos del concreto se presentan constantemente distribuida en todo el concreto, de tal modo que dos especímenes tomados de diferentes lugares con la finalidad que resulte absolutamente semejantes.
- j. Nanosilice.** El Nano sílice es utilizado para modificar la dispersión y la plasticidad del hormigón de cemento, a fin de impartir propiedades anti - sangrado, impermeabilidad mejorada, rendimiento anticongelante, menor calor de hidratación y vida prolongada (Duarte, 20).
- k. Segregación.** “Es la propiedad de los distintos compuestos del concreto en estado fresco”, que presenta compuestos de pesos diferentes y de tamaños, las partes mayores que igualmente suele tener mayor peso y tiende a pasarte a la parte más baja en el proceso de colocación o transportación, además, las partes livianas y finas suben a la parte superior del volumen (Abanto, 2017).
- l. Superplastificante.** El superplastificante de concreto es conocido también como reductor de agua de alto rango. Pertenecen a las sustancias orgánicas sintéticas solubles en agua que reducen el porcentaje de agua que se usara para lograr cierta estabilidad del concreto, reducen la relación agua/cemento, reducen el contenido del cementante y aumentan el asentamiento (Kingsun, 2018).
- m. Resistencia a compresión del concreto.** es una medida ampliamente aceptada para acceder al comportamiento de una establecida mezcla del concreto. Es importante tomar en cuenta este aspecto del concreto porque es la principal medida que ayuda a calcular qué tan bien la mezcla puede aguantar las cargas

que influyen en su tamaño. Le dice con precisión si una mezcla en particular es adecuada o no para cumplir con los requisitos de un proyecto específico, de acuerdo a Big (2002).

- n. Trabajabilidad.** La trabajabilidad es la simplicidad en la que se presentan el concreto fresco para ser compactado, mezclado, acabado y colocado sin exudación y segregación durante la construcción, no existe ensayo que nos permita calcular esta característica que en general se aprecie en las pruebas de consistencia.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- La adición del nanosilice y el superplastificante influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo.

2.4.2. Hipótesis específica

- La adición del nanosilice influye positivamente en las propiedades del concreto.
- La adición del superplastificante influye positivamente en las propiedades del concreto.
- La adición del nanosilice influye positivamente en las propiedades del concreto en estado fresco.
- La adición del superplastificante influye positivamente en las propiedades del concreto en estado fresco.
- La adición del 0.5% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto.

- La adición del 1.0% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto
- La adición del 1.5% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes:

- Nanosilice
- Superplastificante

Dimensiones:

- Propiedades del concreto
- Dosificación

2.5.2. Variable dependiente: Resistencia a Compresión del Concreto

Dimensiones:

- Resistencia a compresión del concreto
- Mezcla del concreto
- Componentes

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

2.6.1. Variable Dependiente

- **Resistencia a la Compresión del Concreto.** Es la carga máxima para un concreto, antes de que puede fallar a compresión bajo una carga (Kg).

2.6.2. Variable Independiente

- **Nanosilice.** El Nano sílice es utilizado para modificar la dispersión y la plasticidad del hormigón de cemento, a fin de impartir propiedades anti - sangrado, impermeabilidad mejorada, rendimiento

anticongelante, menor calor de hidratación y vida prolongada (Duarte, 2013).

- **Superplastificante.** Este elemento fue usado en la investigación de tipo aditivo Sika CEM Plastificante con una dosificación en porcentajes de 0.50 por ciento, 1.00 por ciento y 1.50 por ciento del total del peso de cemento.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Este estudio es de tipo correlacional – cuantitativa, la primera es debido a la relación al adicionar nanosilice y la propiedad mecánica del concreto, la segunda se debe a la información usada es de tipo cuantitativo.

3.2. Nivel de investigación

Se realizo este estudio de investigación exploratoria, dado que, al producir y dosificar probetas de concreto, es importante dirigirlo en artefactos especializados para calcular la resistencia propia.

3.3. Métodos de investigación

Se realizo este estudio de investigación exploratoria, dado que, al producir y dosificar probetas de concreto, es importante dirigirlo en artefactos especializados para calcular la resistencia propia.

El tipo de investigación exploratoria se ejecuta, “Cuando la finalidad es investigar un problema o tema de investigación escasamente estudiado, del cual no

se han abordado tanto antes o se tienen dudas.” (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010)

3.4. Diseño de investigación

El diseño de las investigaciones se puede dar de manera bibliográfica, experimental o de campo. En esta investigación se está usando el diseño experimental, dado que, por lo regular es importante conseguir documentos referenciales del cual se argumente los diferentes aspectos del estudio. Por lo que estos antecedentes serán de potencialmente desarrollar los diferentes movimientos como las cuantías de cada uno de los elementos importantes para desarrollar el concreto, el que, después de una serie de investigaciones, nos ayudarán a calcular la resistencia.

“El estudio experimental se muestra por medio del tratamiento de una variable experimental no comprobada, en razones rigurosamente sometidas, con la finalidad de escribir de tal modo o por qué razón se produzca un acontecimiento o situación particular” (Tamayo, 2004).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se tomo como población en total de la apariencia a investigar, en donde las partes de la población la que poseía una propiedad común, que da origen y la que se estudian los datos de este estudio. En tal caso la población es un grupo de todos los motivos que coinciden con una serie definida las características técnicas. La población del espécimen se presenta dos para este estudio los cual son: el concreto con adición de nanosilice y el concreto patrón (simple).

3.5.2. Muestra

Se tomo como muestra un subgrupo de la población, donde se junta todas las propiedades y características de una población y que es característico; del cual se alcanza términos similares y de importancia en la descripción al problema de la investigación.

Por lo que experimento una muestra referencial acorde al diseño de la investigación de acorde a las determinaciones de las normas y ensayos; lo cual se muestra unas observaciones:

- Para el diseño de la mezcla del hormigón común fue de propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Para las proporciones para la elaboración del concreto se mantuvo una consistencia (revenimiento) común de 6-7 pulgadas.
- Los especímenes (probetas) son de forma cilíndrica de dimensiones según la norma que representa en 6 pulgadas (150mm) para el diámetro y 12 pulgadas (300mm) para su altura.
- El agregado para esta investigación se usó de la cantera de Rancas del distrito de Pasco, cemento portland de cemento andino tipo I, y el aditivo nano - sílice 206.

Para ejecutar con las hipótesis se planteó 2 formas de exposición de las briquetas y 4 diferentes grupos por la variación del aditivo, del cual la mitad se le ha sometido por ciclos de congelamiento y deshielo y la otra parte no se adecuo a ninguna clase de ciclos de congelamiento- deshielo, de cada configuración de exposición se consiguieron 3 briquetas que en su totalidad se suma 24 especímenes. Para conseguir una fiabilidad admisible del estudio se elaborará una investigación probabilística en donde se requiere un mínimo de 6 especímenes por cada prueba

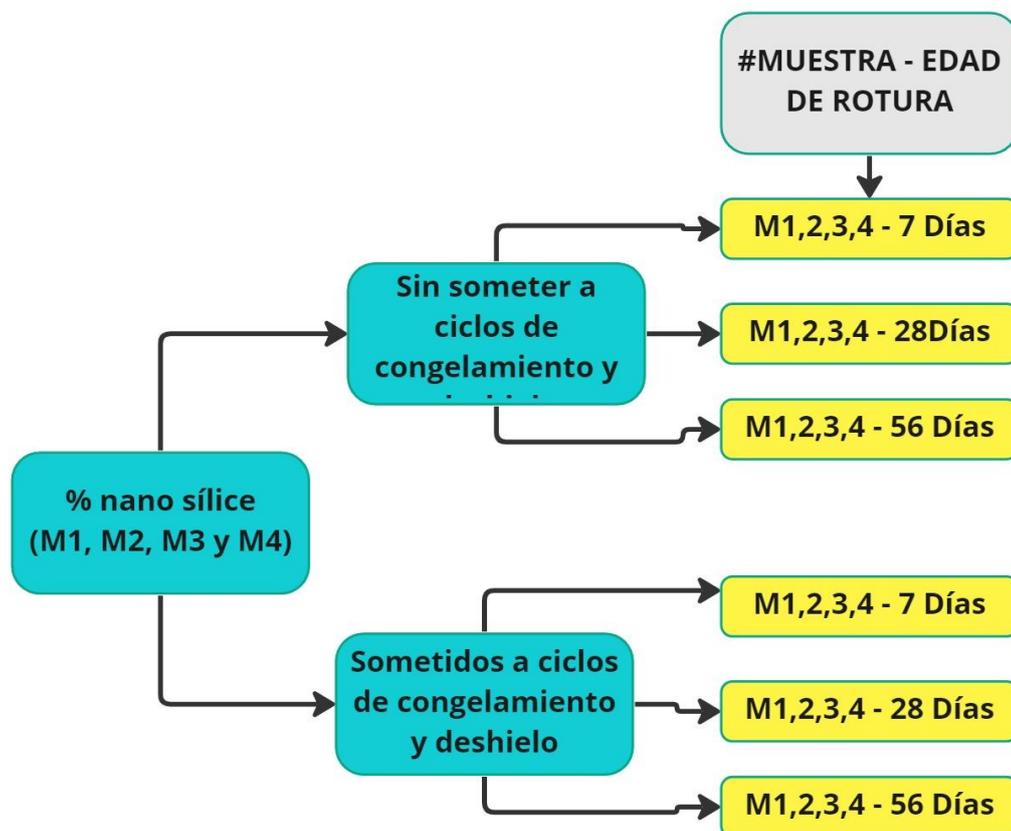
de propiedad mecánica axial del concreto y principalmente se tenía 24 especímenes, entonces para la investigación probabilística, en lo que para la investigación pirobalística se requerirá una total de 144 especímenes. Estas muestras finalmente, donde enteramente las briquetas serán sometidas a ensayos de compresión a diferentes edades (7 días, 28 días y 56 días) para las respectivas comparaciones y análisis.

Para el cual se presenta los siguientes grupos:

- Muestra - 1 (Concreto Patrón Normal de 210 kg/cm²).
- Muestra - 2 (Concreto Patrón Normal +0.5% de Nanosílice)
- Muestra - 3 (Concreto Patrón Normal +1.0% de Nanosílice).
- Muestra - 4 (Concreto Patrón Normal +1.5% de Nanosílice).

Figura 4

Diagrama de muestras usadas la investigación



Nota. Elaboración propia. Muestras de investigación.

TABLA N° 5:

Resumen de la figura del diagrama de especímenes

Tipo de Muestra	7 días		28 días		56 días		N° de Probetas
	Normal	Ciclos de Congelamiento y deshielo	Normal	Ciclos de Congelamiento y deshielo	Normal	Ciclos de Congelamiento y deshielo	
Concreto Patrón	6	6	6	6	6	6	36
0.5% Nanosilice	6	6	6	6	6	6	36
1.0% Nanosilice	6	6	6	6	6	6	36
1.5% Nanosilice	6	6	6	6	6	6	36
Cantidad total de probetas							144

Nota. Elaboración propia. Muestras de investigación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Las Técnicas

Las principales técnicas para esta investigación fueron usadas de:

- Los datos documentados:

Se utilizó de técnica, preferencialmente en base a las fuentes principales, se tomó en cuenta los tratamientos como acumulación bibliográfica.

3.6.2. Muestreo

Por el muestreo se usaron pruebas en un laboratorio peculiar el cual admitió comprender las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) elemento de evaluación.

3.6.3. Instrumentos

Los fundamentales instrumentos que se utilizaron en el estudio son:

- **Ensayos De Laboratorio**

Con los ensayos de laboratorio se obtuvo la investigación técnica de cada briqueta de acuerdo al tipo de proceso de su elaboración (curado), para que así se pueda realizar las recomendaciones, conclusiones y comparaciones sobre el presente estudio.

- **Formato de anotaciones**

Con el cual se registraron todos los resultados de acuerdo a como se van realizado los distintos ensayos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Validación por juicio de expertos

Utilice la validación de los instrumentos usados en esta investigación fue por 3 expertos en la materia.

TABLA 1 TABLA de validación por juicio de expertos

ASPECTOS A CONSIDERADOS		EXPERTOS			
		1	2	3	
OBSERVACIONES	1	¿Los instrumentos persiguen la finalidad del objetivo general?	1	1	1
	2	¿Los instrumentos persiguen la finalidad de los objetivos específicos?	1	1	1
	3	¿El número de dimensiones usadas son adecuados?	1	1	1
	4	¿Hay transparencia en la estructuración de los instrumentos?	1	1	1
	5	¿Las hipótesis que se plantearon se contrastarán con la información que recogieron los instrumentos?	1	1	1
	6	¿La cantidad de indicadores es adecuado?	1	1	0
	7	No hay confusión en los indicadores	1	1	1
	8	¿Los indicadores que se consideraron son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1
	9	¿Los indicadores logran medir lo que se busca investigar?	1	1	1
	10	¿Las dimensiones que se consideran bastan para evaluar la variable?	1	1	1
	11	¿Los indicadores pueden ser medibles?	1	1	1
	12	¿Los indicadores se comprenden con facilidad?	1	1	1
	13	¿Las opciones del instrumento tienen en orden lógico?	1	1	1
	14	¿La secuencia que fue planteada es adecuada?	1	1	1
	15	No es necesario considerar otros campos	1	0	0
				42	

CATEGORÍAS:	VALORACIÓN
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

Notaciones:

- Numero de observaciones
- J: observaciones
- X_{ik}: Numero de observadores que clasifican la observación "i" en la categoría "k"

Para determinar el valor observado:

Sea la matriz

X_{ik} =

3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
2	1	2	0	0.1	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
3	0	6	0	0.3	6
1	2	0	2	0.1	6

4.1	90
------------	-----------

Remplazando los valores en la fórmula:

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

A partir de la matriz X_{ik} se obtienen los siguientes valores:

1	}	
1		
1		
1		
1		
1		
0.33333333		
1		
1		
1		
1		
1		
1		
53		

Valores que se reemplazarán en la fórmula:

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)}$$

1
1
1
1
1
0.33333333

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} \quad 13.66666667$$

Nc = 15

Po = 0.9

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de Pj(k) en la fórmula:

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k)$$

P1(1))	P2(1)	P3(1)	P4(1))	P5(1))
1	0.933 333	0.866 667	0	0
P1(2))	P2(2)	P3(2)	P4(2))	P5(2))
0	0.066 667	0.133 333	1	1

$$P_e = \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) \quad 4.01777778 \quad \begin{matrix} 0.32 \\ 4512 \\ 8 \end{matrix}$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>l}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k)P_m(k) \quad 0.324512821$$

Pe = 0.64459

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} : 0.749897614$$

Nota. Adaptado de la ficha de validación de expertos, 2021.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de la información para el presente estudio se elaboró por medio de un formato de apuntes de las pruebas realizadas en el laboratorio, el cual fue procesado e interpretado durante el procesamiento estadístico.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico de este estudio se determinó a través de cuadros estadísticos en donde al observar el efecto conseguido de cada prueba y las correspondientes comparaciones.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Este estudio de investigación fue elaborado por mi persona al cual fue ejecutado al respetar con código de ética y moral de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) y además de los códigos éticos según la norma APA de las citas y referencias tomados de los distintos autores, el cual considero la pertenencia intelectual al realizar el antecedente oportuno.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

En esta investigación para las labores de campo se emplearon los siguientes materiales, la cual presento sus características químicas y físicas. Se uso el cemento Andino Tipo I que es de característica normal, se usaron los agregados de los yacimientos (canteras) de Rancas, agua y nanosilice y superplastificante como adición.

a. Cemento

Para la mezcla del hormigón se usó el cemento portland de Tipo I del distintivo “Cemento Andino”. La cual la empresa nos proporcionó sus propiedades mecánicas, físicas y químicas más importantes de este producto. Los datos que se muestran son correspondientes de la ficha técnica del material que fue suministrada por el proveedor (ver **ANEXO C**).

b. Nanosilice

Se uso el nanosilice como adición. Sus propiedades físicas y químicas se muestran en los anexos.

c. Agregados

Los agregados que se usaron para la producción del concreto en el estudio, fue obtenido por la cantera de Rancas, que está ubicada a 12 km de la ciudad de Pasco. Sus propiedades físicas, químicas y demás especificaciones se encuentran en los anexos.

d. Agua

Este material se usó de consumo humano recolectado de las cisternas que ofrece la ciudad de Pasco.

4.1.1. Diseño de la Mezcla de Concreto

Para el diseño de la mezcla se usó el método del comité ACI 211, para este proceso se seleccionaron los ingredientes convenientes, luego para su determinación de cantidades relativas a su proporción para producir un concreto de resistencia, trabajabilidad y durabilidad apropiada.

4.1.1.1. Elaboración de la mezcla de concreto

Esta mezcla se elabora por el método descrito en el anterior inciso. Se pesaron los materiales de acuerdo a las cantidades calculadas con el diseño, luego se combinaron en una mezcladora de concreto tipo trompito de 6' pies cubios, en lo que se añadió el aditivo de nanosilice y superplastificante con el restante de agua, luego se mezcló por un tiempo de 3 minutos, después se elaboró el ensayo de revenimiento para determinar si cumple con lo establecido de 6 a 7 pulgadas, para que al final se elaboren las probetas para los próximos ensayos en su estado endurecido.

4.1.1.2. Probetas de concreto

Las probetas de concreto tenían las dimensiones establecidas por la norma NTP 339.034 que son de 6" x 12" (de 150 mm a 300 mm), los cuales estas probetas se caracterizan, pero su durabilidad y mecánica.

Para este ensayo en su proceso de endurecimiento y su pérdida de plasticidad del concreto (fraguado), se les sometió a ciclos de congelamiento y deshielo.

4.1.1.3. Curado del concreto

Después de la elaboración de las probetas de concreto se mantuvo por un periodo de 24 horas en los moldes cilíndricos, las muestra patrón solo se introdujo en una cámara de curado por un el periodo de 7 días, lo que especifica el RNE E.060.

Y para las probetas que fueron sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo, se desmoldaron y se introdujeron a una cámara de curado después de las 24 horas, después de los primeros 7 días ya no se realizaron el proceso de curado, pero se le siguió introduciendo a una congeladora en las noches hasta la ejecución de los ensayos.

4.1.1.4. Ensayos de las propiedades del concreto

Los ensayos realizados a la mezcla de concreto fueron para determinar su características y propiedades en su estado fresco y endurecido, además de su resistencia al congelamiento y deshielo; a lo que se desarrollaron 144 probetas.

1. Ensayos en su estado fresco del concreto

- **Ensayo de asentamiento**

Este ensayo se elaboró para cada preparación de concreto, a lo que se utilizó el cono de Abrams y sus respectivos equipos, según lo expuesto en la NTP 339.035 (Norma Técnica Peruana).

2. Ensayos en su estado endurecido del concreto

- **Ensayo de resistencia a compresión del concreto**

El ensayo de la resistencia a compresión del concreto se tomó en cuenta la norma NTP 339.034 y la ASTM C39. En lo que especifica que las probetas deben ser cilíndricas de un diámetro de 150 mm y una altura de 300 mm, para cada tipo se realizó 6 probetas a lo que se tomaron en cuenta edades de 7, 28 y 56 días.

- **Ensayo de la muestra sometida a ciclos de congelamiento y deshielo**

Este ensayo se elabora de acuerdo a la norma ASTM C666, pero solo teniéndolo en cuenta el proceso de congelamiento y deshielo, mas no se está considerando el análisis que se produce en el concreto lo que produce cambios dimensionales y una reducción de su módulo de elasticidad, para lo que el daño en concreto se determinara por su resistencia a compresión y su porosidad, ya que estos son factores de mayor importancia para calcular la durabilidad del concreto.

Este ensayo consistía en someterlo a una simulación a las probetas cilíndricas a ciclos de congelamiento a un ambiente artificial en el transcurso de la noche por 12 horas calibrado en el termostato de -7 a -15 °C y el deshielo en el ambiente natural de 12 horas del día.

La resistencia a compresión se determinó a edades de 7, 28 y 56 días.

Presentación, análisis e interpretación de resultados.

Respecto a la población se usó la estadística inferencial, que, en función a sus parámetros como la media, desviación estándar, etc., no permitirá obtener la estadística de la población basada a las técnicas como la estimación de parámetros y la prueba de hipótesis.

La hipótesis a probar es la siguiente: La adición del nanosilice y el superplastificante influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo.

Para la situación a probar es: Si existe una mejora positiva en las características del concreto al adicionar nanosilice en los siguientes porcentajes de 0.5 por ciento, 1.0 por ciento y 1.5 por ciento con respecto a el peso del cemento, frente a una muestra patrón.

4.2. Presentación análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Análisis estadístico

Para lograr conseguir las consecuencias en relación a una población es importante recurrir a la inferencia estadística, que, en capacidad a los estadísticos como la media, desviación estándar, media, etc., se consiguen características que nos ayuden a conseguir los estadísticos de la población fundada en métodos como la estimación de parámetros y la prueba de hipótesis.

La hipótesis que probaremos es: La adición del nanosilice y el superplastificante influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo. En fin, esta disposición se probará: si las propiedades mecánicas del hormigón mejoran al agregar porcentajes de nanosilice, en diferentes relaciones de 0.5 por ciento, 1 por ciento y 1.5 por ciento en proporción al peso del cementante, frente al hormigón patrón.

TABLA N° 6:

Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a la edad de 7 días.

Resistencia del concreto kg/cm2: (7 días)								
N° de ensayo	Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 Nanosilice + Ciclos C-D	1.0 Nanosilice + Ciclos C-D	1.5 Nanosilice + Ciclos C-D
1	164.88	181.88	227.26	300.6	133.46	174.23	233.18	311.76
2	173.92	196.15	234.46	307.84	128.31	171.56	211.74	296.45
3	168.03	197.54	227.86	304.23	131.93	186.25	227.95	292.22
4	163.03	201.23	230.11	295	128.6	180.98	210.37	298.43
5	162.93	205.17	234.12	308.06	132.46	188.18	220.21	286.31
6	160.32	182.35	223.69	291.1	134.6	178.67	212.65	312.17
n_i	6	6	6	6	6	6	6	6
u	165.52	194.05	229.58	301.14	131.56	179.98	219.35	299.56
σ^2	19.54	79.47	14.62	40.19	5.52	35.54	74.90	91.37
$U_{cp} - U_{ns}$		-24.64	-69.84	-130.88		-48.91	-91.56	-169.03
Z_o		-6.22	-15.96	-29.67		-14.56	-19.65	-34.01

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.**TABLA N° 7:**

Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a la edad de 28 días.

Resistencia del concreto kg/cm2: (28 días)								
N° de ensayo	Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 Nanosilice + Ciclos C-D	1.0 Nanosilice + Ciclos C-D	1.5 Nanosilice + Ciclos C-D
1	239.95	296.07	464.46	458.93	186.04	277.83	421.38	502.96
2	240.04	295.84	451.03	459.02	187.27	274.48	415.96	500.09
3	243.05	305.5	415.31	451.79	186.3	286.8	421.81	501.12
4	234.21	299.65	425.43	483.93	188.45	276.51	413.86	489.7
5	237.86	302.2	440.58	486.93	175.04	285.05	422.18	511.51
6	235.5	311.77	428.33	463.35	188.29	277.36	415.83	485.68
n_i	6	6	6	6	6	6	6	6
u	238.44	301.84	437.52	467.33	185.23	279.67	418.50	498.51
σ^2	8.83	31.04	273.59	176.11	21.59	20.90	11.32	73.39
$U_{cp} - U_{ns}$		-71.18	-210.31	-258.53		-101.22	-233.08	-306.99
Z_o		-17.741	-30.428	-27.962		-29.31	-86.911	-30.247

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA N° 8:*Resumen del análisis estadístico del concreto sin y sometido a CCD a 56 días.*

N° de ensayo	Resistencia del concreto kg/cm2: (56 días)							
	Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 Nanosilice + Ciclos C-D	1.0 Nanosilice + Ciclos C-D	1.5 Nanosilice + Ciclos C-D
1	273.21	325.89	486.11	500.36	203.67	306.25	465.82	512.04
2	266.43	328.44	483.42	499.77	204.71	295.77	472.8	511.72
3	263.05	322.72	484.41	502.75	213.8	306.05	463.17	514.64
4	270.29	327.42	494.64	491.61	213.41	299.01	465.9	504.39
5	262.61	334.45	492.41	514	211.95	311.5	463.13	504.86
6	270.92	325.99	489.83	515.63	210.61	301.66	465.49	512.79
n_i	6	6	6	6	6	6	6	6
u	267.75	327.49	488.47	504.02	209.69	303.37	466.05	510.07
σ^2	16.09	12.82	17.17	70.25	16.29	26.88	10.46	15.72
$U_{cp} - U_{ns}$		-71.18	-210.31	-258.53		-101.22	-233.08	-306.99
Z_o		-17.741	-30.428	-27.962		-29.31	-86.911	-30.247

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.3. Prueba de hipótesis

Se sujeta completamente las dos ocasiones de la población de afecto; el primero de los modelos realizados en el hormigón modelo (u1) y el segundo modelo son los hormigones con adiciones de 0.5 por ciento, 1 por ciento y 1.5 por ciento de la adición de nanosilice (u2), con varianzas y medias deducidas, para algo que se sujeta en estudiar si al agregar un porcentaje de nanosilice mejora o no la característica mecánica axial del espécimen, en consecuencia se estima la existencia del incremento, entonces los datos calculados de la media serán equivalentes

Para lo que se estima principalmente en la hipótesis opcionalmente independiente.

- Hipótesis nula (H_0)

$$H_0: u_1 = u_2$$

- Hipótesis alternativa (H_a)

$$H_a: u_1 \neq u_2$$

se rechaza H_0 , si la muestra con adición incrementa la característica mecánica axial del concreto.

Para la elaboración de la muestra se va a disponer la utilización del estadístico de la desviación estándar (Z_0).

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

De un extracto, continuaran los seis (6) pasos propuestos en el anterior capítulo que en el transcurso se muestran la prueba de hipótesis.

Para un valor de nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se tiene una desviación estándar $z = 1.645$:

TABLA N° 9:

Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 7 días

		Resistencia del concreto kg/cm2: (7 días)							
N° de ensayo	Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 Nanosilice + Ciclos C-D	1.0 Nanosilice + Ciclos C-D	1.5 Nanosilice + Ciclos C-D	
Z_0		-6.22	-16	-29.66		-14.556	-19.654	-34.007	
α	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
$n_1 + n_2 - 2$		10	10	10		10	10	10	
Z_0 tabla		1.65	1.65	1.65		1.65	1.65	1.65	
Decisión		Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	Se rechaza H_0		Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA N° 10:

Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 28 días

		Resistencia del concreto kg/cm2: (28 días)							
N° de ensayo	Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 Nanosilice + Ciclos C-D	1.0 Nanosilice + Ciclos C-D	1.5 Nanosilice + Ciclos C-D	
Z_0		-17.74	-30.43	-27.96		-29.31	-86.91	-30.25	
α	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
$n_1 + n_2 - 2$		10	10	10		10	10	10	
Z_0 tabla		1.65	1.65	1.65		1.65	1.65	1.65	
Decisión		Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	Se rechaza H_0		Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	Se rechaza H_0	

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA N° 11:

Decisión de la hipótesis H_0 con el Z_0 para el concreto sin y sometido a CCD a la edad de 56 días

N° de ensayo	Resistencia del concreto kg/cm ² : (56 días)							
	de Concreto Patrón	0.5 Nanosilice	1.0 Nanosilice	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón con Ciclos C-D	0.5 + Ciclos C-D	1.0 + Ciclos C-D	1.5 + Ciclos C-D
Z_0		-19.9	-90.09	-27.37		-22.84	-36.16	-75.85
α	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
$n_1 + n_2 - 2$		10	10	10		10	10	10
Z_0 tabla		1.65	1.65	1.65		1.65	1.65	1.65
		Se	Se	Se		Se	Se	Se
Decisión		rechaza	rechaza	rechaza		rechaza	rechaza	rechaza
		Ho	Ho	Ho		Ho	Ho	Ho

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.3.1. Correlación

4.3.1.1. Coeficiente De Correlación De Pearson

Para la relación de correlación de Pearson, se capitula al tipo de investigación de proporción, lo cual el objetivo de medir y detectar la correlación entre las variables. Los principios del coeficiente de correlación vacilan entre ± 1 , y se da a conocer del subsecuente modo:

1. La importancia de la correlación de Pearson de $r=+1$, indica un valor efectivo completa o correlación directa, en el momento que se disminuya o aumente la estimación de la variable individual, disminuye o aumenta además de la estimación de la variación individual (inclinación efectiva).
2. La importancia de la correlación de Pearson de $r=-1$, manifiesta una relación negativa perfecta o correlación inversa, cuando disminuya o

aumente la estimación de la variable independiente, aumenta o disminuya la estimación de la variable dependiente (inclinación deficiente).

3. La importancia de la correlación de Pearson de $r=0$, demuestra separación arbitraria de correlación, en otras palabras, las dos variables no se están relacionadas o correlacionadas.

El coeficiente de correlación está expresado por la siguiente ecuación:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - nX\bar{Y}}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n X_i^2 - nX^2][\sum_{i=1}^n Y_i^2 - nY^2]}}$$

El alcance de valores de coeficiente de correlación, es posible interpretar produciendo las expresiones siguientes:

- Coeficiente de correlación $0.2 < r < 0.3$ muy bajo.
- Coeficiente de correlación $0.4 < r < 0.5$ bajo.
- Coeficiente de correlación $0.6 < r < 0.7$ alto.

Coeficiente de correlación $0.8 < r < 1.0$ muy alto.

4.3.1.2. Coeficiente de Determinación

Para el cálculo de coeficiente de determinación (R^2), es la estimación del valor de Pearson al cuadrado y esto refiere la relación de la desviación estándar implicado por una variable en proporción a la medida de dispersión, asimismo se le entiende como la designación de la decisión por tanto se estima como disposición de la categoría del predominio de una variable delante de la adicional de la variable. Para medir el coeficiente de determinación calcula la relación de la variación que se manifiesta por la

variable individual del ejemplo de regresión, y esta se expresa de la siguiente manera:

$$R^2 = r^2$$

Se presenta los resultados:

- a. La estimación de la tabla del Anexo F -1, coeficiente de correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual y el concreto tras añadir 0.5 por ciento de nano – sílice.

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 97.01% de las variantes de la propiedad mecánica axial habitual esta especificado por las variantes del concreto con la adición de 0.5 por ciento de nano – sílice y el 2.99% está determinado por factores externos a la muestra (revisar Anexo F – 1).

- b. La estimación de la tabla del Anexo F -2, correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual y el concreto tras añadir 1.0 por ciento de nano – sílice.

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 97.75% de las variantes de la propiedad mecánica axial habitual esta especificado por las variantes del concreto con la adición de 0.5 por ciento de nano – sílice y el 2.25% está determinado por factores externos a la muestra.

- c. La estimación de la tabla del Anexo F -3, correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual y el concreto tras añadir 1.5 por ciento de nano – sílice.

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 96.48% de las variantes de la propiedad mecánica axial habitual esta especificado por las variantes del concreto con la adición de 1.5 por ciento de nano – sílice y el 3.52% está determinado por factores externos a la muestra.

- d. La estimación de la tabla del Anexo F -4, correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual y el concreto habitual sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD).

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 97.09% de las variantes de la propiedad mecánica axial sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo esta especificado por las variantes del concreto habitual y el 2.91% está determinado por factores externos a la muestra.

- e. La estimación de la tabla del Anexo F -5, de correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual con 0.5 por ciento de nanosilice y el 0.5 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD).

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 98.81% de las variantes de la propiedad mecánica axial con 0.5 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD), esta especificado por las variantes del concreto con 0.5 por ciento de nanosilice y el 1.19% está determinado por factores externos a la muestra.

- f. La estimación de la tabla del Anexo F -6, correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa

entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual con 1.0 por ciento de nanosilice y el 1.0 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD).

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 98.90% de las variantes de la propiedad mecánica axial con 1.0 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD), esta especificado por las variantes del concreto con 1.0 por ciento de nanosilice y el 1.10% está determinado por factores externos a la muestra.

- g. La estimación de la tabla del Anexo F -7, correlación denota un valor positivo elevado, esto quiere decir que presenta una asociación directa entre las variantes de la propiedad mecánica axial habitual con 1.5 por ciento de nanosilice y el 1.5 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD).

Y el valor de la determinación se puede desarrollar que el 96.50% de las variantes de la propiedad mecánica axial con 1.5 por ciento de nanosilice sujetado a ciclo de congelamiento y deshielo (CCD), esta especificado por las variantes del concreto con 1.5 por ciento de nanosilice y el 3.50% está determinado por factores externos a la muestra.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Resultados De Ensayos De Concretos En Estado Fresco

1. Asentamiento

En la tabla 12 se prueba los efectos de las pruebas de revenimiento según la normativa ASTM C 143, conservado constantemente entre

un valor de 6 a 7 pulgadas de asentamiento, por medio de esta prueba se consigue evaluar una evidente influencia al añadir nanosilice a la combinación del hormigón, para una adición de nanosilice disminuye un porcentaje de agua de un valor de 34.48%.

TABLA N° 12:

Reducción de la cantidad de agua al adicionar Nanosilice

Nanosilice	Slump (plg)	Agua (lt)	%
0%	6 a 7	226.45	100.00%
0.50%	6 a 7	205.48	90.74%
1.00%	6 a 7	165.14	72.93%
1.50%	6 a 7	148.36	65.52%

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.4.2. Resultados De Ensayos Del Concreto En Estado Endurecido

1. Resistencia A La Compresión

En la figura 5 y la tabla 13 se muestra el efecto promedio de la característica mecánica axial (resistencia a compresión) del concreto a 7, 28 y 56 días de edad.

TABLA N° 13:

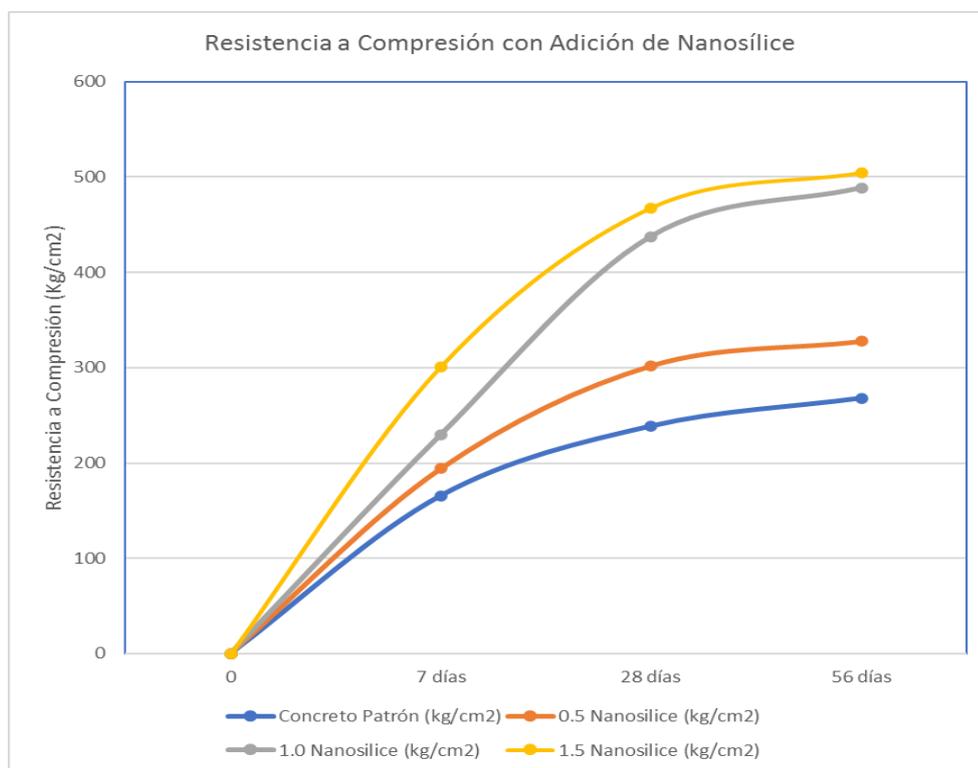
Incremento de la Característica mecánica axial del concreto al adicionar Nanosilice

Edad de ensayo, sin someter a CCD	Concreto Patrón (kg/cm ²)	0.5 Nanosilice (kg/cm ²)	1.0 Nanosilice (kg/cm ²)	1.5 Nanosilice (kg/cm ²)
7 días	165.51	194.05	229.58	301.14
28 días	238.43	301.83	437.52	467.33
56 días	267.75	327.49	488.47	504.02

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 5

Resistencia a Compresión con Adición del Nanosilice



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.4.3. Resistencia A La Compresión De Concretos Sometidos A Ciclos De Congelamiento Y Deshielo

En la figura 6 y la tabla 14 se muestra el efecto promedio de la característica mecánica axial (resistencia a compresión) del concreto a 7, 28 y 56 días de edad sometidos a CCD (ciclos de congelamiento – deshielo).

TABLA N° 14:

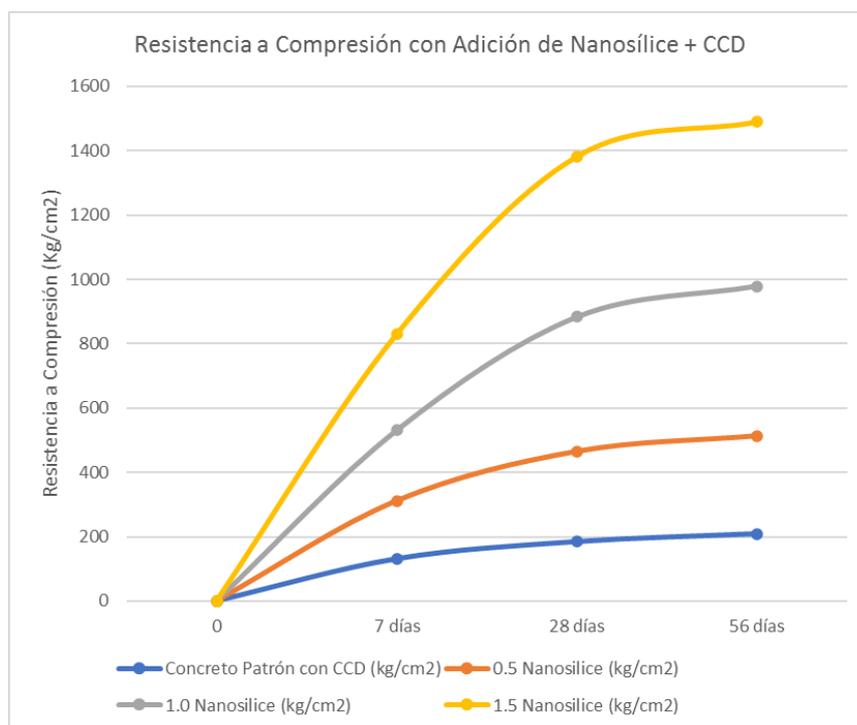
Resistencia a la Compresión del concreto sometido a CCD

Edad de ensayo, someter a CCD	Concreto Patrón con CCD (kg/cm ²)	0.5 Nanosilice (kg/cm ²)	1.0 Nanosilice (kg/cm ²)	1.5 Nanosilice (kg/cm ²)
7 días	131.56	179.97	219.35	299.55
28 días	185.23	279.67	418.50	498.51
56 días	209.69	303.37	466.05	510.07

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 6

Resistencia a la Compresión del concreto sometido a CCD



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.4.4. Ensayo de porosidad de concretos sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo.

En la tabla 15 se presenta el promedio abierto de la porosidad del hormigón a 27, 43 y 55 días de edad sometidos a CCD.

TABLA N° 15:

Porosidad Abierta Promedio (%)

Porosidad abierta promedio (%)	27 días	43 días	55 días
Concreto patrón + CCD	3.15	5.69	6.22
0.5 Nanosílice + CCD	1.57	2.59	2.90
1.0 Nanosílice + CCD	1.13	1.73	1.84
1.5 Nanosílice + CCD	1.39	1.93	2.01

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.4.5. Discusión De Materiales Empleados Para La Fabricación Del Concreto

A fin de la descripción del estudio se llevaron a cabo las pruebas de los siguientes componentes:

- Cemento Andino Tipo I.
- Los agregados se extrajeron de la cantera de Rancas; lo cual estos materiales tienen condiciones adecuadas a las restricciones de la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012), para el cual se utilizó el HUSO 57.
- Aditivo nanosilice 206, cumplió con los requisitos adecuados de seguridad y calidad.
- El agua para esta combinación se utilizó del suministro público, el cual es idóneo para la producción del hormigón según la norma (NTP 339.088).

El cual se probaron los agregados gruesos y finos para conseguir sus características físicas.

Para el concreto modelo, la relación del agua, cemento, agregado grueso y fino cumplieron con las restricciones propuestas el diseño de mezcla ACI – 211, y para el hormigón con un porcentaje de nanosilice se empleó el propio diseño de mezcla usada generalmente a desigualdad de la adición del nanosilice de acuerdo al peso del cemento, teniendo en cuenta siempre el mismo revenimiento para todos los especímenes.

La situación del curado del hormigón fue a una temperatura próxima a 12 °C.

4.4.6. Discusión De Resultados De Ensayos Del Concreto En Estado Fresco

1. Asentamiento

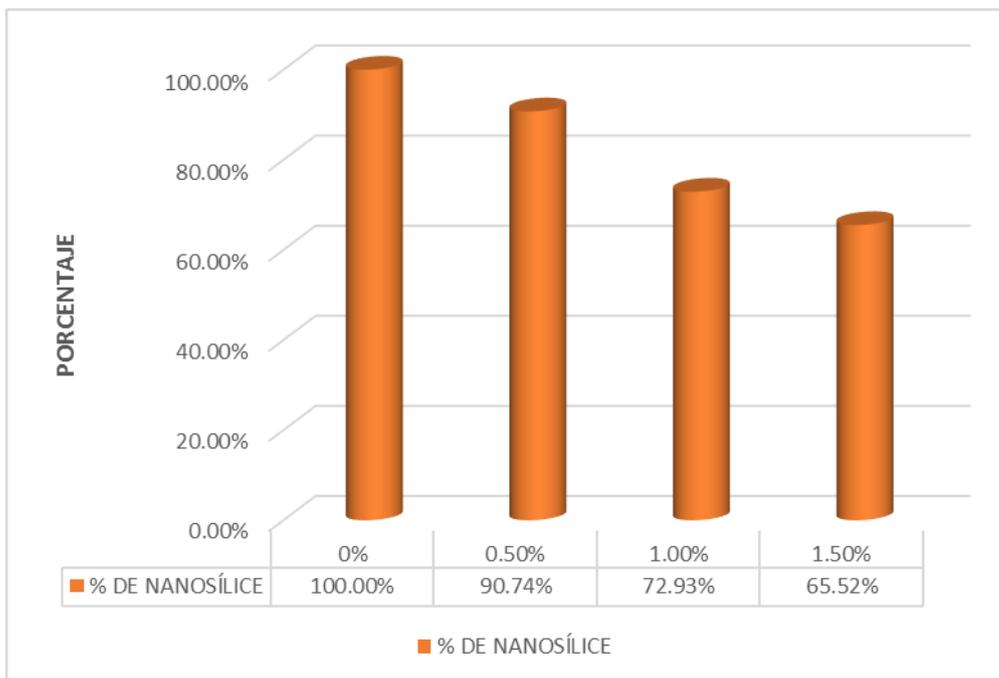
Conforme a las consecuencias de la tabla 12, al conservar el revenimiento de 6” a 7” pulgadas por completo a las mezclas elaboradas. Se puede percibir que

a dimensión que se incrementa el añadir nanosilice a la mezcla, baja el porcentaje de la cantidad de agua para el hormigón fresco.

El hormigón con aumento de 1.5 por ciento de nano – sílice, mostro la reducción de agua en un 34.48%, empero, con tiempo de elaborar la prueba de la mezcla se encontró una propiedad mecánica axial a la alteración y al inconveniente de la varilla a 25 golpes en 3 capas puesta en el molde, este inconveniente asimismo presento a la hora de disponer las briquetas a la hora de varillar los 25 golpes por cada capa; entre tanto que los restantes hormigones no mostraron ningún inconveniente referido preferentemente.

Figura 7

Porcentaje de Nanosilice y Reducción de porcentaje de agua



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

4.4.7. Discusión De Ensayos Del Concreto En Estado Endurecido

1. Resistencia A La Compresión

Conforme a los efectos hallados en la tabla 13 conseguimos la posterior tabla 16.

TABLA N° 16:

Ensayos de concreto en estado endurecido con adición de Nanosilice y el porcentaje de incremento de resistencia de compresión del concreto

Concreto con:		Resistencia a compresión (210 kg/cm ²)					
Concreto	Aditivo Nanosilice	7 días	%	28 días	%	56 días	%
Resistencia teórica		140	66.67%	210	100.00%	230	109.52%
Concreto Patrón	0%	165.52	78.82%	238.44	113.54%	267.75	127.50%
0.5 Nanosilice	0.50%	194.05	92.41%	301.84	143.73%	327.49	155.95%
1.0 Nanosilice	1.00%	229.58	109.33%	437.52	208.34%	488.47	232.60%
1.5 Nanosilice	1.50%	301.14	143.40%	467.33	222.54%	504.02	240.01%

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Al efectuar la investigación del hormigon de la tabla 16 se tiene los siguiente:

El hormigon modelo tiene una caracterisitca mecanica axial de 238.44 kg/cm² con un crecimiento de 13.54% en la edad de 28 dias y de 267.75 kg/cm² a la edad de 56 dias con un crecimiento añadido de 17.08% con respecto al concreto patron, por lo cual se confirma la funcionalidad adecuada del diseño de mezclas por el metodo ACI 211.

El hormigon con aumento de 0.5 porciento de nanosilice, tiene un propiedad mecanica axial de 301.84 kg/cm² con un aumento de 43.73% a la edad de 28 dias y de 327.49 kg/cm² con un crecimiento añadido de 45.95% a 56 dias de edad con relacion al concreto precedente.

El hormigon con aumento de 1.0 porciento de nanosilice, tiene un propiedad mecanica axial de 437.52 kg/cm² con un aumento de 108.34% a la edad de 28 dias y de 488.47 kg/cm² con un crecimiento añadido de 102.83% a 56 dias de edad con relacion al concreto precedente.

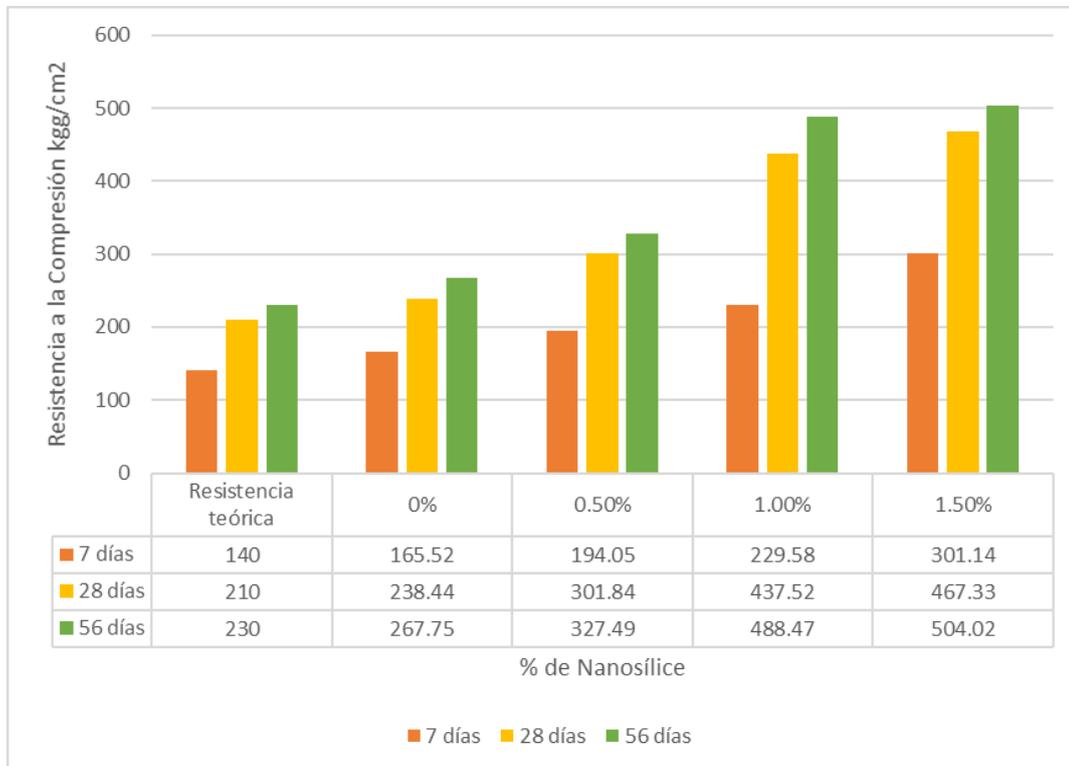
El hormigon con aumento de 1.5 porciento de nanosilice, tiene un propiedad mecanica axial de 467.33 kg/cm² con un aumento de 122.54% a la edad de 28 dias y de 504.02 kg/cm² con un crecimiento añadido de 130.55% a 56 dias de edad con relacion al concreto precedente.

El hormigon con aumento con 1.0% y 1.5% de adiccion de nanosilice, impone la resistencia de diseño de 210 kg/cm² a los 7 dias de edad consiguiendo resultados de 229.58 kg/cm² y con crecimiento de 9.33% y 301.14 kg/cm² con un crecimiento de 43.40% al respecto.

A la vista de los efectos conseguidos, es posible examinar que al añadir un porcentaje de nanosilice en relacion al peso del cementante, ha influenciado en las caracteristicas mecanocas del hormigon, ya que las propiedades mecanicas axiales incrementaron notablemente, en la figura 8 se muestra la transformacion de la propiedad mecanica axial.

Figura 8

Comparación de la resistencia a compresión en días y porcentajes de adición de nanosilice



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

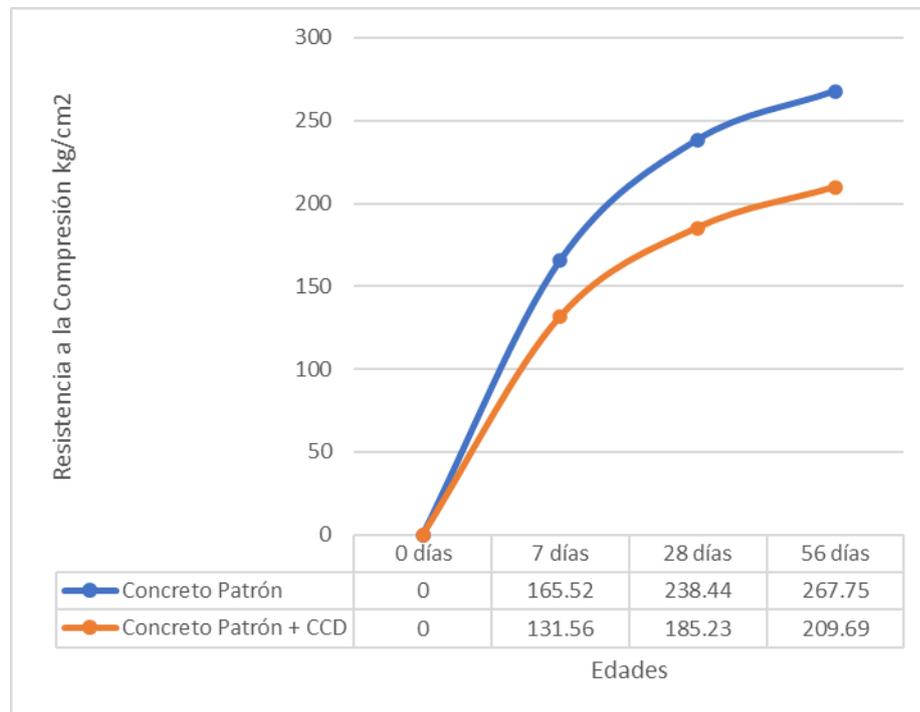
Como se muestra en el figura 8 al añadir nanosilice llega caracteristicamente las adicione de 1 por ciento y 1.5 por ciento a la edad de 7 dias llega a resistencia que se propuso.

4.4.8. Resistencia A Compresión Del Concreto Sometido A Ciclos De Congelamiento Y Deshielo

Conforme a los datos conseguidos del analisis en la tabla 13 y 14, al cual se lleva a cabo un analisis que seran mostrados en las posteriores figuras.

Figura 9

Relación entre el Concreto Patrón y el concreto patrón con efectos de CCD



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA N° 17:

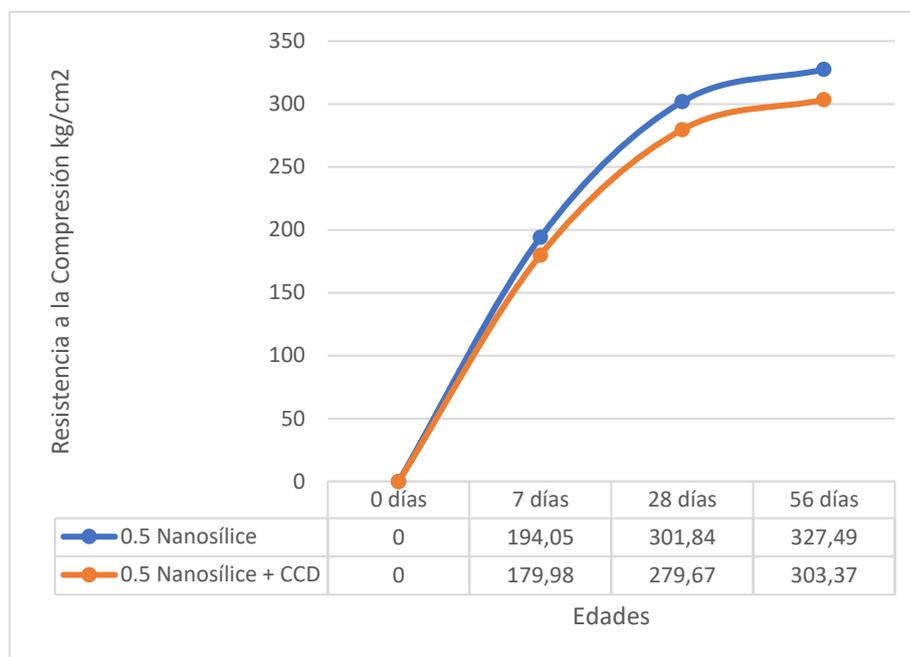
Relación entre el concreto patrón y el concreto con efectos de CCD

	Concreto Patrón	Concreto Patrón + CCD	
7 días	165.52	131.56	20.52%
28 días	238.44	185.23	22.31%
56 días	267.75	209.69	21.68%

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Se puede expresar de la tabla 17 y la figura 9 que el concreto patrón al ser expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo (CCD), tiene una reducción en la resistencia de 20.52%, 22.31% y 21.68% a edades de 7, 28 y 56 días de edad del concreto respectivamente.

Comparación entre el diseño de mezcla 0.5 de adición de nanosilice y 0.5 de nanosilice sometidos a CCD



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA N° 18:

Comparación entre el diseño de mezcla 0.5 de adición de nanosilice y 0.5 de nanosilice sometidos a CCD

	0.5 Nanosilice	0.5 Nanosilice + CCD	
7 días	194.05	179.98	7.25%
28 días	301.84	279.67	7.34%
56 días	327.49	303.37	7.36%

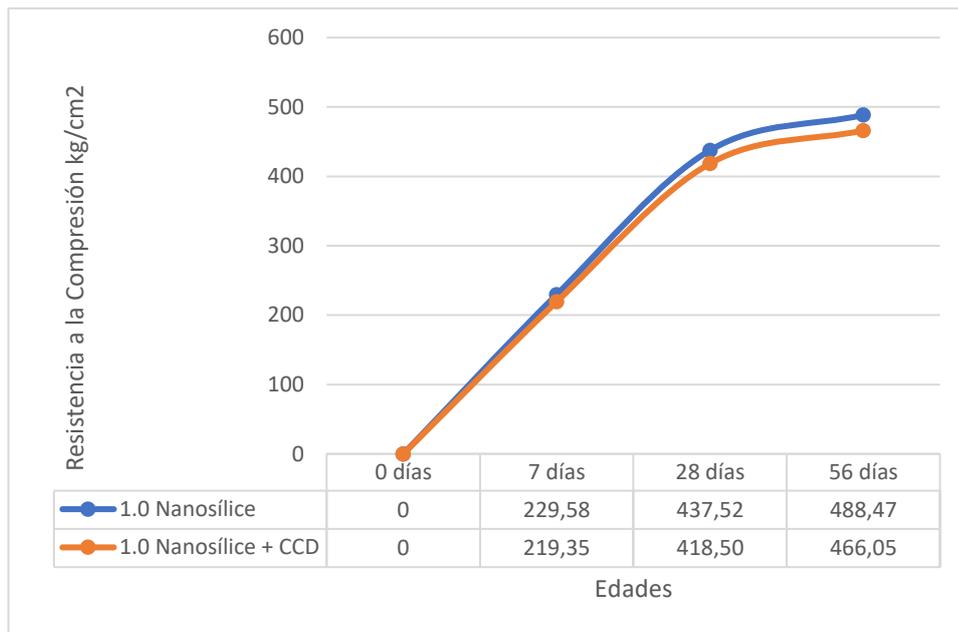
Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Se puede expresar de la tabla 18 y la figura 10 que el concreto modelo con 0.5% de nanosilice sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo tiene una reducción en la resistencia de 7.25%, 7.34% y 7.36% a edades de 7, 28 y 56 días

respectivamente en comparación a el concreto patron con adición de 0.5% de nanosilice.

Figura 11

Comparación entre el diseño de mezcla 1.0 de adición de nanosilice y 1.0 de nanosilice sometidos a CCD



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA

N°

19:

Comparación entre el diseño de mezcla 1.0 de adición de nanosilice y 1.0 de nanosilice sometidos a CCD

	1.0 Nanosilice	1.0 Nanosilice + CCD	
7 días	229.58	219.35	4.46%
28 días	437.52	418.50	4.35%
56 días	488.47	466.05	4.59%

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

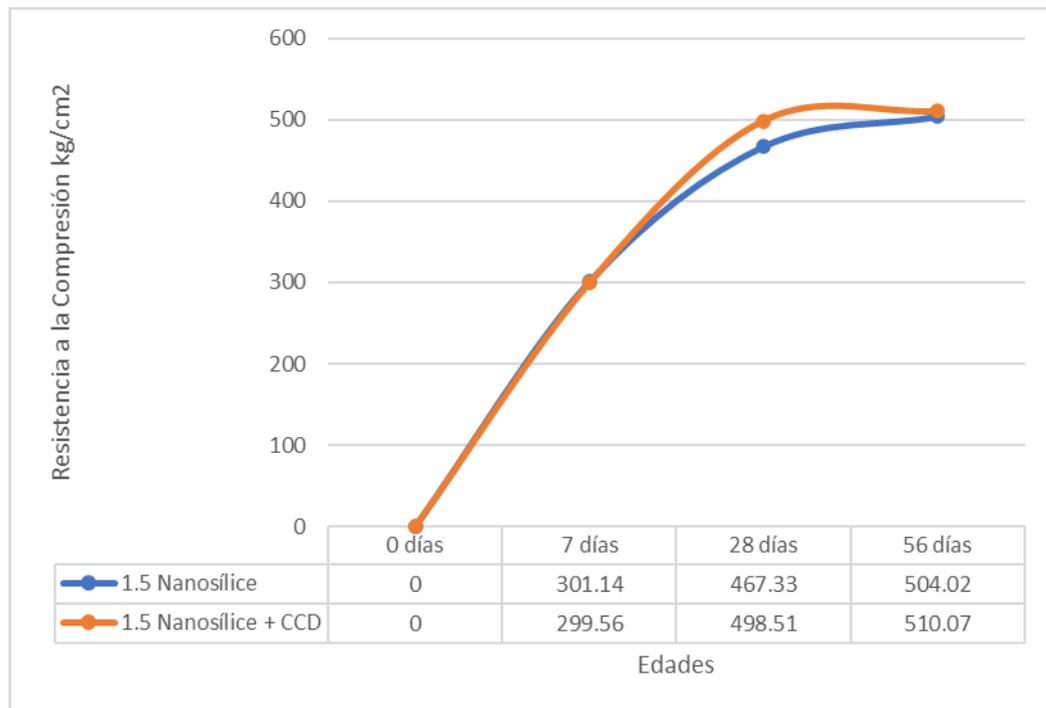
Se puede expresar de la tabla 19 y la figura 11 que el concreto modelo con 1.0% de nanosilice sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo tiene una

reduccion en la resistencia de 4.45%, 4.35% y 4.59% a edades de 7, 28 y 56 dias respectivamente en comparacion a el concreto patron con adiccion de 1.0% de nanosilice.

Figura

12

Comparación entre el diseño de mezcla 1.5 de adición de nanosilice y 1.5 de nanosilice sometidos a CCD



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

TABLA

N°

20:

Comparación entre el diseño de mezcla 1.5 de adición de nanosilice y 1.5 de nanosilice sometidos a CCD

	1.5 Nanosilice	1.5 Nanosilice + CCD	
7 días	301.14	299.56	0.53%
28 días	467.33	498.51	-6.67%
56 días	504.02	510.07	-1.20%

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Se puede expresar de la tabla 20 y la figura 12 que el concreto modelo con 1.5% de nanosilice sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo tiene una reduccion en la resistencia de 0.53% a 7 dias de edad y incremento en la resitencia a 6.67% y 1.20% a edades de 28 y 56 dias respectivamente en comparacion a el concreto patron con adicion de 1.5% de nanosilice.

CONCLUSIONES

A fin de establecer la durabilidad de un hormigón sujeto a ciclos de congelamiento - deshielo (CCD) los componentes más fundamentales es el grado de saturación, elasticidad del hormigón, estructura de los poros y la resistencia a compresión. Para este estudio se estimó la porosidad del concreto y la resistencia a compresión.

Se ha conseguido verificar que mientras el porcentaje de nanosilice es superior entonces sus propiedades mecánicas axiales aumenta y se reduce la permeabilidad del hormigón, y en deducción aumenta la durabilidad del concreto que este sujetado a ciclos de congelamiento – deshielo (CCD).

El hormigón con incremento de porcentajes de nanosilice transmiten mayores resistencias a compresión que el concreto modelo, consiguiendo estimación de 1.5 por ciento de nanosilice de 498.51 kg/cm² a 28 días de edad y 510.07 kg/cm² a 56 días de edad.

La susceptibilidad del hormigón reduce a medida que se aumenta la relación del nanosilice es superior por lo que el valor obtenido más bajo $R_2 = 96.50\%$ para hormigón con 1.5% de adición de nanosilice.

El hormigón con adición de 1.5 por ciento de nanosilice tiene una gran resistencia a 28 días de edad, pero el aumento extra a 56 días de edad es solo de 13.12%, empero, el hormigón con 1.0 por ciento de nanosilice, a pesar que presenta un valor más reducido a la edad de 28 días, su aumento extra es bastante elevado a los de 56 días de edad con 21.46%; entonces se llegaría a conclusión que a mayor edad del concreto estas tendrían resistencia a compresión similares.

Del hormigón sujetado a ciclos de congelamiento – deshielo, el hormigón modelo tuvo un valor superior en deterioro, a 28 y 56 días de edad no consiguieron la

característica mecánica de diseño que fue de 210 kg/cm² consiguiendo solo el 97.56 y 96.65%, en fin este acontecimiento aumenta la propiedad mecánica axial asimismo se aumenta su resistencia sometido a ciclos de congelamiento – deshielo, asimismo, su durabilidad.

La susceptibilidad del hormigón sujeto a ciclos de congelamiento y deshielo (CCD) el hormigón con 1.0 por ciento de nanosilice presenta valor de R₂=98.09%.

El hormigón modelo sujetado a ciclos de congelamiento – deshielo tuvo mayores valores de porosidad en 3.15, 5.69 y 6.22% a los 27, 43 y 56 días de edad; a lo que se tiene en evidencia una propiedad mecánica baja; en el espécimen con adición de nanosilice ajustado a ciclos de congelamiento y deshielo se consta que tiene desarrollo optimo en la propiedad mecánica axial en el que se decidió que la adición de 1.0 por ciento de nanosilice en 1.13, 1.73 y 1.84% a 27, 43, 55 días de edad.

Al añadir nanosilice esta mejora las propiedades del concreto ya sea en su estado endurecido como en su estado fresco, al comparar con el concreto patron, en excepción con la trabajabilidad al incrementar 1.5% de nanosilice al concreto a pesar del revenimiento de 6 – 7”

El nanosilice no afecta a el acero en su propiedad como en su resistencia a la tensión, en tanto a los ciclos de congelamiento y deshielo no se hallaron estudios que se relaciones con efectos a las propiedades del acero, por ende, de todos los estudios realizados se pude deducir que se da primero fallas en el concreto como las fisuras y su desprendimiento, por lo tanto, si estas fallas ponen al descubierto al acero se dará posibles ataques como los cloruros, carbonatación y sulfatos.

Los materiales usados en esta investigación como los aditivos, cemento, agua y agregados son convencionales, ya que estos podemos encontrarlos en nuestra zona, lo que le da una mejor aplicabilidad para este concreto.

RECOMENDACIONES

Es recomendable conjugar su uso, porque su grado de sensibilidad es más bajo para el concreto sin haberle sometido a ciclos de congelamiento y deshielo es $R^2=88.70\%$; y para el concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo, el concreto al combinar con 1.0% de nanosilice se presenta el grado de sensibilidad alto es $R^2= 97.65\%$.

Efectuar estudios de combinaciones de concreto y nanosilice mayores a 1.5%.

Para posteriores investigaciones debe ser posible considerar más edades superiores a los 56 días para tener un patrón de combinación de concreto y nanosilice con 1.0% y 1.5% y así tomar la determinación efectiva de su coincidencia.

Preparar ambientes que permitan controlar la temperatura así se pueda tener datos más precisos para el producto a trabajar.

Efectuar más ensayos que se relacionen con la capacidad de soportar las acciones del entorno donde se elaborara el concreto comparado con los resultados de concreto que son sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo in-situ como en el laboratorio.

Al analizar los datos que se obtuvieron en esta investigación no son decisivos debido a las respuestas de ciclos de congelamiento y deshielo, así que solo es el comienzo para el análisis de la respuesta de estas mezclas que sería base a futuros estudios con respecto a este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

López Ampuero, E. & Mamani Copari, J. J. (2017) Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú].

Escobedo Portal (2014). Incidencia de la nanosilice en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento Portland Tipo I[Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/460>

Gomez Zamorano L. Y. & Castillo Linton C. E. (2016). Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de partículas de nanosílice [Investigacion Aplicada, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Programa Doctoral en Ingeniería de Materiales, Ave. Universidad s/n, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, CP 66450]. <https://doi.org/10.21041/ra.v6i2>

Roldan Lopez, L. M. & Vargas Chavez, J. D. (2018). Diseño De Mezcla Para Un Concreto De Alta Resistencia Adicionando SIKKA VISCOCRETE SC-50 Y GAIA [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo - Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4182>

Loayza Puma, K. A. (2017) Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Perú]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2382>.

Aguilar Chanini, J. M. (2015). Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento Portland Tipo IP en la ciudad de Tacna. [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), Perú]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2813>

Zanon, T., Schmalz, R., & Ferreira, F. G. da S. (2018). Evaluation of nanosilica effects on concrete submitted to chloride ions attack. *Revista ALCONPAT*, 8(2), 138-149. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.274>

Dave Costa, D. M. & Duarte David, D. (2013). Efecto De La Adición De Nanosílice En Cementos Y Concretos. [Universidad Simon Bolivar, Departamento De Ciencias De Los Materiales Cementos Concretos Y Asfaltos Para Obras Civiles, Venezuela].
https://www.researchgate.net/publication/312377045_Efecto_de_la_adicion_de_nanosilice_en_cementos_y_concretos

Abanto, O. D. (2017). Resistencia mecánica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibras de acero dramix y sika (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/13479>

NTP 400.011 (2008). Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones (concretos). Documento PDF

NTP 339.047. (2006). Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. Documento PDF

NTP 339.088 (2019). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Documento PDF

Torres Carrillo, A. (2004). Curso Básico de Tecnología del Concreto Para Ingenieros Civiles. Universidad Nacional de ingeniería, Perú.
https://www.academia.edu/11718754/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO

Kingsun (2018). Superplastificante. Kingsun for better chemicals.
https://kingsunchemical.com/superplasticizer-for-sale/?gclid=CjwKCAjwi8iXBhBeEiwAKbUofb4I1f_egfHSc58JW34QkT2tXANtd6aaQ7NID24KYI9cRyO1NRMEkRoCIO4QAvD_BwE

Big D. (2002). Resistencia estándar del Concreto. Ready Mix Concrete BIG.
[https://www.bigreadymix.com/what-is-the-standard-strength-of-concrete/#:~:text=Usually%20the%20compressive%20strength%20of,10%2C000%20psi%20\(70%20MPa\).](https://www.bigreadymix.com/what-is-the-standard-strength-of-concrete/#:~:text=Usually%20the%20compressive%20strength%20of,10%2C000%20psi%20(70%20MPa).)

Norma Técnica Peruana. (1999). Hormigon. Metodo de ensayo para la medición del asentamiento de hormigon con el cono de Abrams (NTP 339.035). Documento PDF.

Rodriguez, R. (2012). Asentamiento de Concreto fresco con el cono de Abrams NTP 339.035 y ASTM C 143. Diplomado En Residente Y Supervisión De Obras Públicas, Kaisen Engineering Consulting.
https://es.slideshare.net/Consultora_KECSAC/modulo-vi-supervisin-control-y-evaluacin-de-la-calidad-del-concreto-parte-2

Norma Técnica Peruana. 2011. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. NTP 339.080. Documento PDF

Rivera L. G. (2015). Concreto Simple. Universidad de Cauca.

Norma Técnica Peruana. 2008. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón(concreto). Documento PDF

Norma Técnica Peruana. 2015. CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Documento PDF

Silva, M. (3 de junio de 2014). Tablas Para Encontrar El Valor Z Con El Nivel De Significacion. Msilvagarridoderendon.
<https://msilvagarridoderendon.wordpress.com/2014/06/03/tablas-para-encontrar-el-valor-z-con-el-nivel-de-significacion/>

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

Anexo A Ficha Técnica Cemento Andino



FICHA TÉCNICA CEMENTO ANDINO PREMIUM



DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Excelente Trabajabilidad.
- > Acabado perfecto.
- > Alta resistencia a mediano y largo plazo.
- > Alta durabilidad.
- > Alto desempeño.
- > Bajo contenido de álcalis.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP - 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

APLICACIONES:

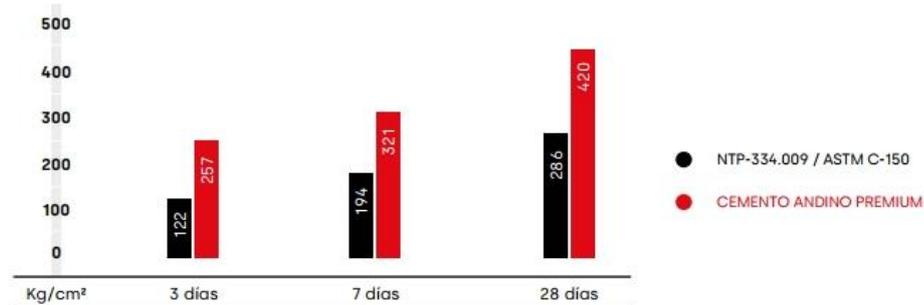
- > Para estructuras sólidas de acabados perfectos.
- > Construcciones en general de gran envergadura.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO ANDINO PREMIUM.



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO PREMIUM	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	6	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.18	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	420	Mínimo 286
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	1.6	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.2	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.5	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C3S	%	55	No específica
C2S	%	16	No específica
C3A	%	7	No específica
C4AF	%	10	No específica
ÁLCALIS EQUIVALENTES			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60*

*Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

Anexo B Informe de Calidad del Cemento



MIXERCON®

MIXERCON S.A.

CONCRETO PREMEZCLADO

Ofic. y Planta Villa: Carretera Panamericana Sur
Km. 17.5 - Villa El Salvador
☎ 616-9700

Planta Independencia: Av. El Pacífico 160
Independencia - ☎ 521-9097

Planta El Agustino: Av. Los Nogales 399 - El Agustino
☎ 620-3741 - www.mixercon.com

INFORME DE CALIDAD

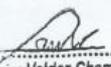
TIPO DE CEMENTO: CEMENTO PORTLAND TIPO I

Fecha de Expedición 17/06/15

MARCA : CEMENTO NACIONAL

REQUISITOS NORMA
NTP 334.009, ASTM C-150

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS		
COMPOSICIÓN QUÍMICA				
DIÓXIDO DE SILICE (SiO ₂)	%	19.10		
ÓXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	%	4.40		
ÓXIDO DE FIERRO (Fe ₂ O ₃)	%	3.49		
ÓXIDO DE CALCIO (CaO)	%	61.97		
ÓXIDO DE MAGNESIO (MgO)	%	3.83	Máx	6.00
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO ₃)	%	2.55	Máx	3.50
ÓXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	%	1.00		
ÓXIDO DE SODIO (Na ₂ O)	%	0.24		
PÉRDIDA AL FUEGO (LOI)	%	2.82	Máx	3.00
ÁLCALIS TOTALES	%	0.90		
FASES MINERALÓGICAS				
SILICATO TRICÁLCICO (C ₃ S)	%	59.19		
SILICATO DICÁLCICO (C ₂ S)	%	10.10		
ALUMINATO TRICÁLCICO (C ₃ A)	%	5.75		
FERRO ALUMINATO TETRACÁLCICO	%	10.62		
ENSAYOS FINEZAS				
RETENIDO EN MALLA 325 (45um)	%	6.00		
SUPERFICIE ESPECÍFICA (BLAINE)	cm ² /g	3700	Mín	2600


Ing. Javier Valdez Chambi
CIP 108749
Jefe de Control de Calidad

Control de Calidad

Anexo C Contenido de Sulfatos Solubles Totales de los Agregados

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	Registro: 00-0PE-039																		
	TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS	Rev: 01 PÁGINA: 01 DE 01																		
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES TOTALES NTP NTP 339.178																				
Cliente : BENJAMÍN ISRAEL CHAVEZ NAVARRO	Certificado N°: 2018333010099																			
Otra: INVESTIGACIÓN	Expediente N°: 0584-2018																			
Atención: ING. MARCO A. BONIFAZ HERRIÁNDIZ	Fecha de Muestreo: 21 de junio de 2018																			
Procedencia: PASCO	Fecha de Ensayo: 27 de junio de 2018																			
Ubic. De Muestreo: CANTERA SACRAFAMILIA	Clase de Material: ARENA FINA																			
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES TOTALES 0.053 %																				
<table border="1"> <tr> <td>Numero de Crisol</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Volumen de Agua Destilada (ml)</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (g)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Peso del Crisol + Residuos de Sulfatos (g)</td> <td>30.7885</td> </tr> <tr> <td>Peso del Crisol (g)</td> <td>30.7756</td> </tr> <tr> <td>Peso del Residuo de Sulfato (g)</td> <td>0.0129</td> </tr> <tr> <td>Volumen de Solución Tomada (ml)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra en Volumen de Solución (g)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Sulfatos Solubles (ppm)</td> <td>531</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Sulfatos Solubles (%)</td> <td>0.053</td> </tr> </table>	Numero de Crisol	2	Volumen de Agua Destilada (ml)	300	Peso del Suelo Seco (g)	100	Peso del Crisol + Residuos de Sulfatos (g)	30.7885	Peso del Crisol (g)	30.7756	Peso del Residuo de Sulfato (g)	0.0129	Volumen de Solución Tomada (ml)	30	Peso de la Muestra en Volumen de Solución (g)	10	Contenido de Sulfatos Solubles (ppm)	531	Contenido de Sulfatos Solubles (%)	0.053
Numero de Crisol	2																			
Volumen de Agua Destilada (ml)	300																			
Peso del Suelo Seco (g)	100																			
Peso del Crisol + Residuos de Sulfatos (g)	30.7885																			
Peso del Crisol (g)	30.7756																			
Peso del Residuo de Sulfato (g)	0.0129																			
Volumen de Solución Tomada (ml)	30																			
Peso de la Muestra en Volumen de Solución (g)	10																			
Contenido de Sulfatos Solubles (ppm)	531																			
Contenido de Sulfatos Solubles (%)	0.053																			
Observaciones:																				
TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.  Ing. Carlos A. Ortiz Ramirez Gerente Técnico CIP: 67702																				
DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISIÓN DE INFORMES TECNICOS Y/O CERTIFICADOS DE ENSAYO DE MATERIALES JR RECUAY N° 629 - URB. CHACRA COLORADA - BREÑA - LIMA TELF.: 3322-448 / 795-3821 / NEXTEL: 823*1290 / 401*3401 / RPM.: *0052556 WEB: WWW.TECNOVIAS.COM E-MAIL: VENTAS@TECNOVIAS.COM / TECNOVIASLABORATORIO@GMAIL.COM																				

Anexo D Contenido de Sales Solubles Totales de los Agregados

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	REGISTRO: RG-DPE-029														
	TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS	REV: 01 PÁGINA: 01 de 01														
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES NTP 339.152																
Cliente : BENJAMÍN ISRAEL CHAVEZ NAVARRO	Certificado N°: 2018333010098															
Obra: INVESTIGACIÓN	Expediente N°: 0584-2018															
Atención: ING MARCO A. BONIFAZ HERRANDEZ	Fecha de Muestreo: 21 de junio de 2018															
Procedencia: PASCO	Fecha de Ensayo: 27 de junio de 2018															
Ubic. De Muestreo: CANTERA SACRAFAMILIA	Clase de Material: ARENA FINA															
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES 0.186 %																
<table border="1"> <tr> <td>Numero de Beaker</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Relación de Mezcla Suelo-Agua destilada</td> <td style="text-align: center;">1 : 3</td> </tr> <tr> <td>Peso del Beaker + Residuos de Sales (g)</td> <td style="text-align: center;">69.7695</td> </tr> <tr> <td>Peso del Beaker (g)</td> <td style="text-align: center;">69.7076</td> </tr> <tr> <td>Peso de Residuos de Sales (g)</td> <td style="text-align: center;">0.0619</td> </tr> <tr> <td>Volumen de solución Tomada</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)</td> <td style="text-align: center;">1857</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Sales Solubles Totales (%)</td> <td style="text-align: center;">0.186</td> </tr> </table>	Numero de Beaker	1	Relación de Mezcla Suelo-Agua destilada	1 : 3	Peso del Beaker + Residuos de Sales (g)	69.7695	Peso del Beaker (g)	69.7076	Peso de Residuos de Sales (g)	0.0619	Volumen de solución Tomada	100	Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1857	Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.186
Numero de Beaker	1															
Relación de Mezcla Suelo-Agua destilada	1 : 3															
Peso del Beaker + Residuos de Sales (g)	69.7695															
Peso del Beaker (g)	69.7076															
Peso de Residuos de Sales (g)	0.0619															
Volumen de solución Tomada	100															
Contenido de Sales Solubles Totales (ppm)	1857															
Contenido de Sales Solubles Totales (%)	0.186															
Observaciones:																
TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.  Ing. Carlos A. Ortiz Ramirez Gerente Técnico CIP. 67707																
DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISIÓN DE INFORMES TECNICOS Y/O CERTIFICADOS DE ENSAYO DE MATERIALES JR RECUAY N° 629 - URB. CHACRA COLORADA - BREÑA - LIMA TELF.: 3322-448 / 795-3821 / NEXTEL: 823*1290 / 401*3401 / RPM.: *0052556 WEB: WWW.TECNOVIAS.COM E-MAIL: VENTAS@TECNOVIAS.COM / TECNOVIASLABORATORIO@GMAIL.COM																

Anexo E Contenido de Cloruros Solubles de los Agregados

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	REGISTRO: RB-DPE-029																				
	TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES CONTROL DE CALIDAD Y ESTUDIOS GEOTECNICOS	REV: 01 PÁGINA: 01 DE 01																				
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES NTP NTP 339.177																						
Cliente : BENJAMIN ISRAEL CHAVEZ NAVARRO	Certificado N°: 2018333010100																					
Obra: INVESTIGACIÓN	Expediente N°: 0584-2018																					
Atención: ING. MARCO A. BONIFAZ HERNANDEZ	Fecha de Muestreo: 21 de junio de 2018																					
Procedencia: PASCO	Fecha de Ensayo: 27 de junio de 2018																					
Ubic. De Muestreo: CANTERA SACRAFAMILIA	Clase de Material: ARENA FINA																					
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES 0.049 %																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Numero de Matraz</th> <th style="width: 30%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen de Agua Destilada (ml)</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (g)</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>Solución de Nitrato de Plata empleado (ml)</td> <td style="text-align: center;">5.1</td> </tr> <tr> <td>Normalidad Estandarizada de la Solución de Nitrato de Plata (N)</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Volumen de la Muestra a Titular (ml)</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Muestra en Volumen de Solucion (g)</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Blank (ml) (B)</td> <td style="text-align: center;">0.2</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Cloruros Solubles (ppm)</td> <td style="text-align: center;">490</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Cloruros Solubles (%)</td> <td style="text-align: center;">0.049</td> </tr> </tbody> </table>			Numero de Matraz	2	Volumen de Agua Destilada (ml)	300	Peso del Suelo Seco (g)	100	Solución de Nitrato de Plata empleado (ml)	5.1	Normalidad Estandarizada de la Solución de Nitrato de Plata (N)	1	Volumen de la Muestra a Titular (ml)	30	Peso de la Muestra en Volumen de Solucion (g)	10	Blank (ml) (B)	0.2	Contenido de Cloruros Solubles (ppm)	490	Contenido de Cloruros Solubles (%)	0.049
Numero de Matraz	2																					
Volumen de Agua Destilada (ml)	300																					
Peso del Suelo Seco (g)	100																					
Solución de Nitrato de Plata empleado (ml)	5.1																					
Normalidad Estandarizada de la Solución de Nitrato de Plata (N)	1																					
Volumen de la Muestra a Titular (ml)	30																					
Peso de la Muestra en Volumen de Solucion (g)	10																					
Blank (ml) (B)	0.2																					
Contenido de Cloruros Solubles (ppm)	490																					
Contenido de Cloruros Solubles (%)	0.049																					
Observaciones:																						
TECNOVIAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.  Ing. Carlos A. Ortiz Ramirez Gerente Técnico CIP: 67702																						
DOCUMENTO VALIDO SOLO PARA LA EMISIÓN DE INFORMES TECNICOS Y/O CERTIFICADOS DE ENSAYO DE MATERIALES JR RECUAY N° 629 - URB. CHACRA COLORADA - BREÑA - LIMA TELF.: 3322-448 / 795-3821 / NEXTEL: 823*1290 / 401*3401 / RPM.: *0052556 WEB: WWW.TECNOVIAS.COM E-MAIL: VENTAS@TECNOVIAS.COM / TECNOVIASLABORATORIO@GMAIL.COM																						

Anexo F – 1. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 21:

Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 0.5% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X	Y	X ²	Y ²	XY
	0.5 Nanosilice	Concreto Patrón			
1	181.88	164.88	33080.33	27185.41	29988.37
2	196.15	173.92	38474.82	30248.17	34114.41
3	197.54	168.03	39022.05	28234.08	33192.65
4	201.23	163.03	40493.51	26578.78	32806.53
5	205.17	162.93	42094.73	26546.18	33428.35
6	182.35	160.32	33251.52	25702.50	29234.35
7	296.07	239.95	87657.44	57576.00	71042.00
8	295.84	240.04	87521.31	57619.20	71013.43
9	305.50	243.05	93330.25	59073.30	74251.78
10	299.65	234.21	89790.12	54854.32	70181.03
11	302.20	237.86	91324.84	56577.38	71881.29
12	311.77	235.50	97200.53	55460.25	73421.84
13	325.89	273.21	106204.29	74643.70	89036.41
14	328.44	266.43	107872.83	70984.94	87506.27
15	322.72	263.05	104148.20	69195.30	84891.50
16	327.42	270.29	107203.86	73056.68	88498.35
17	334.45	262.61	111856.80	68964.01	87829.91
18	325.99	270.92	106269.48	73397.65	88317.21
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	4940.26	4030.23	1416796.93	935897.88	1150635.66
Promedio	274.46	223.90			
Varianza	3582.27	1971.92			
Desviación estándar	59.85	44.41			
Coeficiente de correlación	0.9850				
Determinación	0.9701				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 2. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 22:

Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 1.0% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X 1.0 Nanosilice	Y Concreto Patrón	X ²	Y ²	XY
1	227.26	164.88	51647.11	27185.41	37470.63
2	234.46	173.92	54971.49	30248.17	40777.28
3	227.86	168.03	51920.18	28234.08	38287.32
4	230.11	163.03	52950.61	26578.78	37514.83
5	234.12	162.93	54812.17	26546.18	38145.17
6	223.69	160.32	50037.22	25702.50	35861.98
7	464.46	239.95	215723.09	57576.00	111447.18
8	451.03	240.04	203428.06	57619.20	108265.24
9	415.31	243.05	172482.40	59073.30	100941.10
10	425.43	234.21	180990.68	54854.32	99639.96
11	440.58	237.86	194110.74	56577.38	104796.36
12	428.33	235.50	183466.59	55460.25	100871.72
13	486.11	273.21	236302.93	74643.70	132810.11
14	483.42	266.43	233694.90	70984.94	128797.59
15	484.41	263.05	234653.05	69195.30	127424.05
16	494.64	270.29	244668.73	73056.68	133696.25
17	492.41	262.61	242467.61	68964.01	129311.79
18	489.83	270.92	239933.43	73397.65	132704.74
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	6933.46	4030.23	2898260.98	935897.88	1638763.29
Promedio	385.19	223.90			
Varianza	13385.07	1971.92			
Desviación estándar	115.69	44.41			
Coeficiente de correlación	0.9887				
Determinación	0.9775				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 3. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 23:

Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para 1.5% de adición de nanosilice y el Concreto Patrón

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm2)				
	X	Y	X2	Y2	XY
	1.5 Nanosilice	Concreto Patrón			
1	300.60	164.88	90360.36	27185.41	49562.93
2	307.84	173.92	94765.47	30248.17	53539.53
3	304.23	168.03	92555.89	28234.08	51119.77
4	295.00	163.03	87025.00	26578.78	48093.85
5	308.06	162.93	94900.96	26546.18	50192.22
6	291.10	160.32	84739.21	25702.50	46669.15
7	458.93	239.95	210616.74	57576.00	110120.25
8	459.02	240.04	210699.36	57619.20	110183.16
9	451.79	243.05	204114.20	59073.30	109807.56
10	483.93	234.21	234188.24	54854.32	113341.25
11	486.93	237.86	237100.82	56577.38	115821.17
12	463.35	235.50	214693.22	55460.25	109118.93
13	500.36	273.21	250360.13	74643.70	136703.36
14	499.77	266.43	249770.05	70984.94	133153.72
15	502.75	263.05	252757.56	69195.30	132248.39
16	491.61	270.29	241680.39	73056.68	132877.27
17	514.00	262.61	264196.00	68964.01	134981.54
18	515.63	270.92	265874.30	73397.65	139694.48
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	7634.90	4030.23	3380397.93	935897.88	1777228.51
Promedio	424.16	223.90			
Varianza	8351.19	1971.92			
Desviación estándar	91.38	44.41			
Coeficiente de correlación	0.9822				
Determinación	0.9648				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 4. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 24:

Calculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto patrón y un concreto a CCP

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X	Y	X ²	Y ²	XY
	CP	CP - CCP			
1	164.88	133.46	27185.41	17811.57	22004.88
2	173.92	128.31	30248.17	16463.46	22315.68
3	168.03	131.93	28234.08	17405.52	22168.20
4	163.03	128.60	26578.78	16537.96	20965.66
5	162.93	132.46	26546.18	17545.65	21581.71
6	160.32	134.60	25702.50	18117.16	21579.07
7	239.95	186.04	57576.00	34610.88	44640.30
8	240.04	187.27	57619.20	35070.05	44952.29
9	243.05	186.30	59073.30	34707.69	45280.22
10	234.21	188.45	54854.32	35513.40	44136.87
11	237.86	175.04	56577.38	30639.00	41635.01
12	235.50	188.29	55460.25	35453.12	44342.30
13	273.21	203.67	74643.70	41481.47	55644.68
14	266.43	204.71	70984.94	41906.18	54540.89
15	263.05	213.80	69195.30	45710.44	56240.09
16	270.29	213.41	73056.68	45543.83	57682.59
17	262.61	211.95	68964.01	44922.80	55660.19
18	270.92	210.61	73397.65	44356.57	57058.46
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	4030.23	3158.90	935897.88	573796.77	732429.08
Promedio	223.90	175.49			
Varianza	1971.92	1142.79			
Desviación estándar	44.41	33.81			
Coeficiente de correlación	0.9854				
Determinación	0.9709				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 5. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 25:

Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 0.5% nanosilice y un concreto con 0.5% de nanosilice a CCP

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X	Y	X ²	Y ²	XY
	0.5 NS	0.5 + CCP			
1	181.88	174.23	33080.33	30356.09	31688.95
2	196.15	171.56	38474.82	29432.83	33651.49
3	197.54	186.25	39022.05	34689.06	36791.83
4	201.23	180.98	40493.51	32753.76	36418.61
5	205.17	188.18	42094.73	35411.71	38608.89
6	182.35	178.67	33251.52	31922.97	32580.47
7	296.07	277.83	87657.44	77189.51	82257.13
8	295.84	274.48	87521.31	75339.27	81202.16
9	305.50	286.80	93330.25	82254.24	87617.40
10	299.65	276.51	89790.12	76457.78	82856.22
11	302.20	285.05	91324.84	81253.50	86142.11
12	311.77	277.36	97200.53	76928.57	86472.53
13	325.89	306.25	106204.29	93789.06	99803.81
14	328.44	295.77	107872.83	87479.89	97142.70
15	322.72	306.05	104148.20	93666.60	98768.46
16	327.42	299.01	107203.86	89406.98	97901.85
17	334.45	311.50	111856.80	97032.25	104181.18
18	325.99	301.66	106269.48	90998.76	98338.14
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	4940.26	4578.14	1416796.93	1216362.85	1312423.93
Promedio	274.46	254.34			
Varianza	3582.27	3056.10			
Desviación estándar	59.85	55.28			
Coeficiente de correlación	0.9940				
Determinación	0.9881				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 6. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

TABLA N° 26:

Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 1.0% nanosilice y un concreto con 1.0% de nanosilice a CCP

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X	Y	X ²	Y ²	XY
	1.0 NS	1.0 + CCP			
1	227.26	233.18	51647.11	54372.91	52992.49
2	234.46	211.74	54971.49	44833.83	49644.56
3	227.86	227.95	51920.18	51961.20	51940.69
4	230.11	210.37	52950.61	44255.54	48408.24
5	234.12	220.21	54812.17	48492.44	51555.57
6	223.69	212.65	50037.22	45220.02	47567.68
7	464.46	421.38	215723.09	177561.10	195714.15
8	451.03	415.96	203428.06	173022.72	187610.44
9	415.31	421.81	172482.40	177923.68	175181.91
10	425.43	413.86	180990.68	171280.10	176068.46
11	440.58	422.18	194110.74	178235.95	186004.06
12	428.33	415.83	183466.59	172914.59	178112.46
13	486.11	465.82	236302.93	216988.27	226439.76
14	483.42	472.80	233694.90	223539.84	228560.98
15	484.41	463.17	234653.05	214526.45	224364.18
16	494.64	465.90	244668.73	217062.81	230452.78
17	492.41	463.13	242467.61	214489.40	228049.84
18	489.83	465.49	239933.43	216680.94	228010.97
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	6933.46	6623.43	2898260.98	2643361.80	2766679.21
Promedio	385.19	367.97			
Varianza	13385.07	12126.43			
Desviación estándar	115.69	110.12			
Coeficiente de correlación	0.9945				
Determinación	0.9890				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Anexo F – 7. Coeficiente de Correlación para la prueba de hipótesis

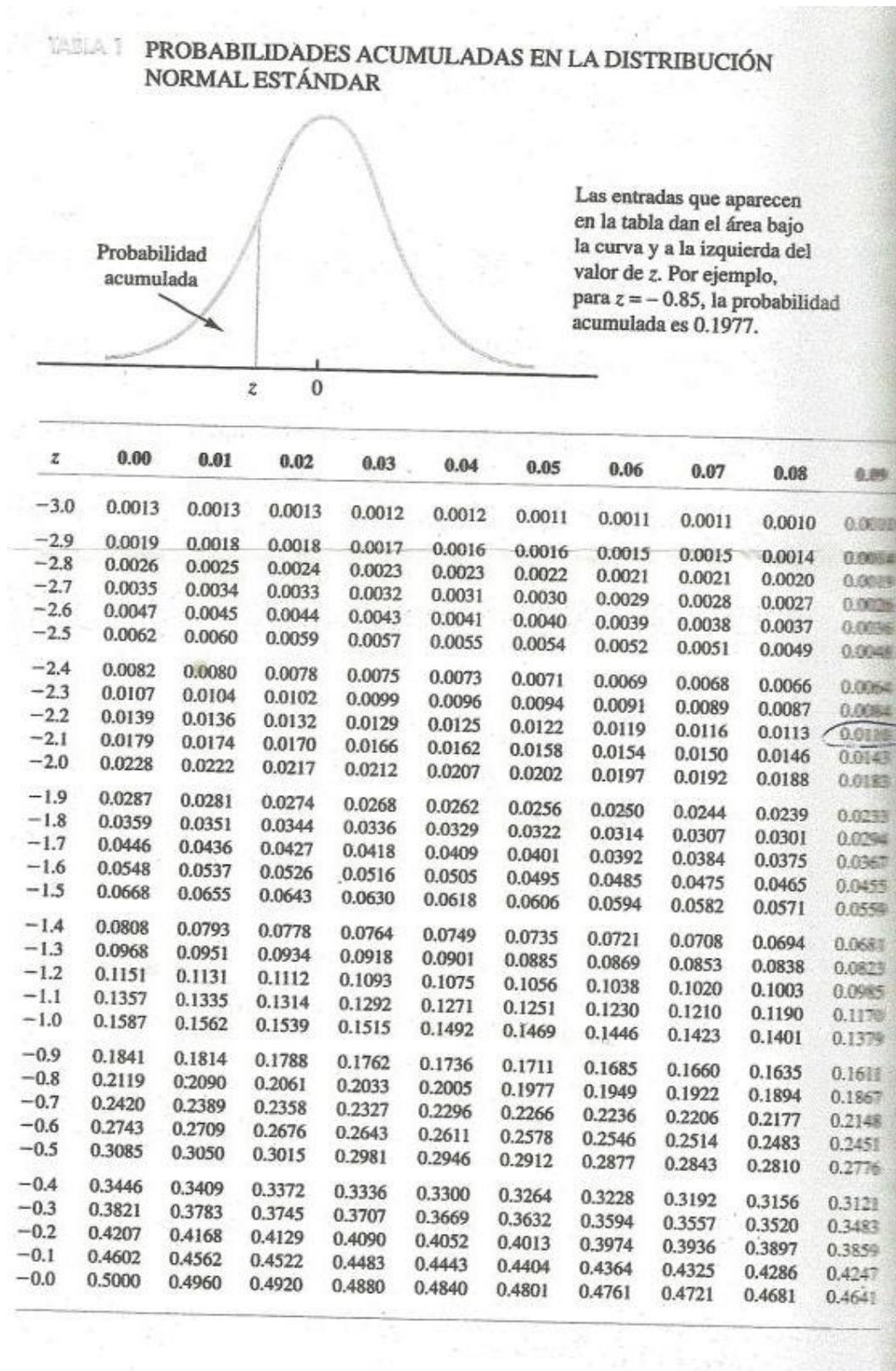
TABLA N° 27:

Cálculo de coeficiente de correlación y la determinación para un concreto con 1.5% nanosilice y un concreto con 1.5% de nanosilice a CCP

N° de ensayo	Resistencia del Concreto (kg/cm ²)				
	X	Y	X ²	Y ²	XY
	1.5 NS	1.5 + CCP			
1	300.60	311.76	90360.36	97194.30	93715.06
2	307.84	296.45	94765.47	87882.60	91259.17
3	304.23	292.22	92555.89	85392.53	88902.09
4	295.00	298.43	87025.00	89060.46	88036.85
5	308.06	286.31	94900.96	81973.42	88200.66
6	291.10	312.17	84739.21	97450.11	90872.69
7	458.93	502.96	210616.74	252968.76	230823.43
8	459.02	500.09	210699.36	250090.01	229551.31
9	451.79	501.12	204114.20	251121.25	226401.00
10	483.93	489.70	234188.24	239806.09	236980.52
11	486.93	511.51	237100.82	261642.48	249069.56
12	463.35	485.68	214693.22	235885.06	225039.83
13	500.36	512.04	250360.13	262184.96	256204.33
14	499.77	511.72	249770.05	261857.36	255742.30
15	502.75	514.64	252757.56	264854.33	258735.26
16	491.61	504.39	241680.39	254409.27	247963.17
17	514.00	504.86	264196.00	254883.62	259498.04
18	515.63	512.79	265874.30	262953.58	264409.91
n=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
suma=	7634.90	7848.84	3380397.93	3591610.20	3481405.19
Promedio	424.16	436.05			
Varianza	8351.19	9949.98			
Desviación estándar	91.38	99.75			
Coeficiente de correlación	0.9824				
Determinación	0.9650				

Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

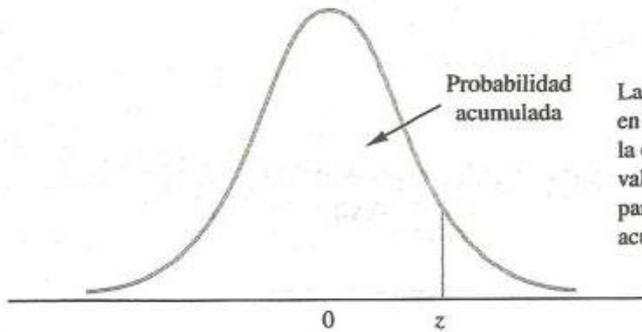
Anexos G - 1: Tablas 1 para encontrar en valor Z con el Nivel de Significancia



Nota. Silva, M. (3 de junio de 2014). Probabilidades acumuladas en la distribución normal

Anexos G – 2: Tablas 1 para encontrar en valor Z con el Nivel de Significancia

TABLA 1 PROBABILIDADES ACUMULADAS EN LA DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR (continuación)



Las entradas que aparecen en la tabla dan el área bajo la curva y a la izquierda del valor de z . Por ejemplo, para $z = 1.25$, la probabilidad acumulada es 0.8944.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9913
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9986	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

Nota. Silva, M. (3 de junio de 2014). Probabilidades acumuladas en la distribución normal

Anexo H – 1 Análisis de estadísticos

Figura 13

Análisis estadístico - Concreto Patrón a 7 días de edad

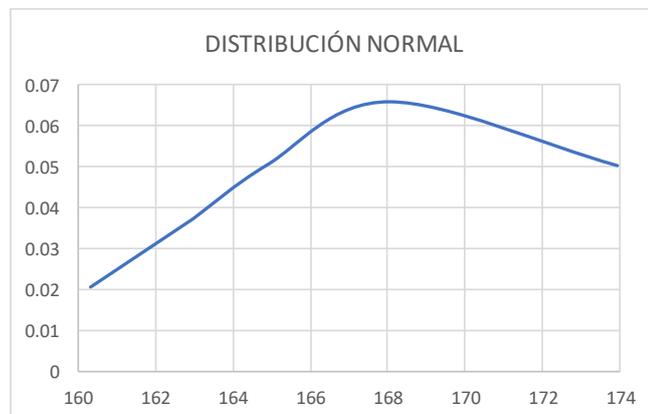
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón obtenidas a los 7 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 06	160.32
		RP - 05	162.93
		RP - 04	163.03
		RP - 01	164.88
		RP - 03	168.03
		RP - 02	173.92

Tabla		Análisis Estadístico						
Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi*(Xi-u)^2	
[160.32 - 164.85	164.85	2	2	325.1733	-2.93	8.595	17.19	
[164.85 - 169.39	169.39	2	2	334.24	1.60	2.565	5.13	
[169.39 - 173.92	173.92	1	2	171.6533	6.13	37.64	37.64	
[173.92 - 178.45	178.45	1	2	176.1867	10.67	113.8	113.81	
	169.39	6		1007.253		162.6	173.77	

Promedio:	165.5183
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 173.92 Xmin= 160.32	13.6
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	4.53
Media: u	169.39
Varianza: (S^2)	34.75
Desviación Estandar (s)	5.90
Coefficiente de Variacion (CV)	3.48
Percentil: P10	160.451
Percentil: P90	173.626
Cuartil: Q1	162.278
Cuartil: Q3	169.503
Coefficiente de Asimetria: As	-1.969
Coefficiente de Curtosis: K	0.274



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 14

Análisis estadístico - Concreto Patrón a 28 días de edad

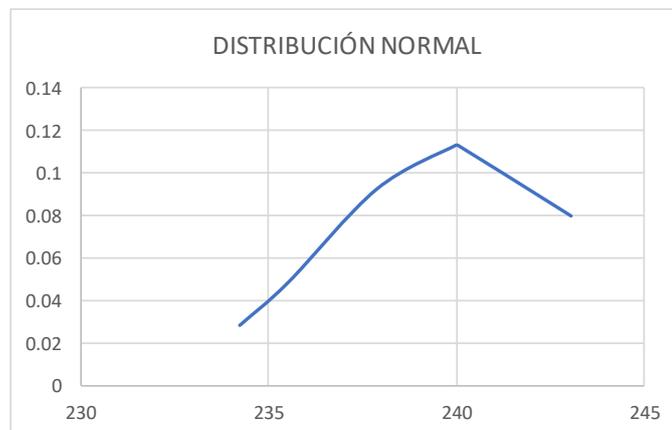
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón obtenidas a los 7 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 04	234.21
		RP - 06	235.5
		RP - 05	237.86
		RP - 01	239.95
		RP - 02	240.04
		RP - 03	243.05

Tabla		Análisis Estadístico							
Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi*(Xi-u)^2	(Xi-u)^2	
[234.21 - 237.16 >	235.68	2	2	471.3667	-2.75	7.572	15.14		
[237.16 - 240.10 >	238.63	2	2	477.26	0.20	0.038	0.08		
[240.10 - 243.05 >	241.58	1	2	241.5767	3.14	9.87	9.87		
[243.05 - 246.00 >	244.52	1	2	244.5233	6.09	37.07	37.07		
	240.10	6		1434.727		54.55	62.16		

Promedio:								238.435
Numero de muestras: n								6
Rango de datos: Rx	Xmax=	243.05	Xmin=	234.21				8.84
Número de intervalo de clase: K								3
Tamaño de intervalo de clase: C								2.95
Media: u								240.10
Varianza: (S^2)								12.43
Desviación Estandar (s)								3.53
Coefficiente de Variacion (CV)								1.47
Percentil: P10								234.275
Percentil: P90								242.900
Cuartil: Q1								235.178
Cuartil: Q3								240.793
Coefficiente de Asimetria: As								-1.420
Coefficiente de Curtosis: K								0.326



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 15

Análisis estadístico - Concreto Patrón a 56 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

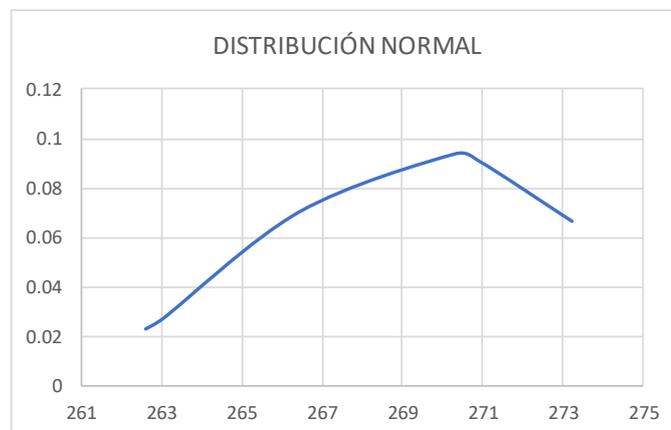
**Resistencia a la compresion (f'c) del
Concreto Patrón obtenidas a los 56 días de
edad**

MUESTRA	f'c (Xi)
RP - 05	262.61
RP - 03	263.05
RP - 02	266.43
RP - 04	270.29
RP - 06	270.92
RP - 01	273.21

Tabla Analisis Estadistico

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2*fi	(Xi-u)^2
[262.61 - 266.14 >	264.38	2	2	528.7533	-3.38	11.39	22.78
[266.14 - 269.68 >	267.91	2	2	535.82	0.16	0.025	0.05
[269.68 - 273.21 >	271.44	1	2	271.4433	3.69	13.63	13.63
[273.21 -	274.98	1	2	274.9767	7.22	52.2	52.20
	269.68	6		1610.993		77.24	88.66

Promedio:	267.7517
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 273.21 Xmin= 262.61	10.6
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.53
Media: u	269.68
Varianza: (S^2)	17.73
Desviación Estandar (s)	4.21
Coefficiente de Variacion (CV)	1.56
Percentil: P10	262.632
Percentil: P90	273.096
Cuartil: Q1	262.940
Cuartil: Q3	271.493
Coefficiente de Asimetria: As	-1.371
Coefficiente de Curtosis: K	0.409



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 16

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 7 días de edad

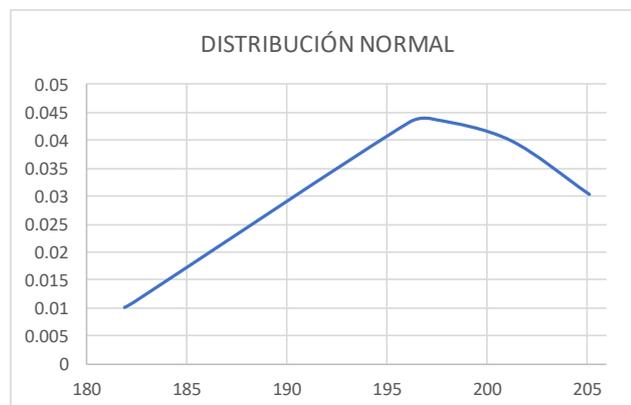
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 0.5 % de Nanosilice obtenidas a los 7 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 01	181.88
		RP - 06	182.35
		RP - 02	196.15
		RP - 03	197.54
		RP - 04	201.23
		RP - 05	205.17

Tabla Análisis Estadístico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[181.88 - 189.64	> 185.76		2	2	371.5233	-8.29	68.75	137.50
[189.64 - 197.41	> 193.53		2	2	387.05	-0.53	0.279	0.56
[197.41 - 205.17	> 201.29		1	2	201.2883	7.23	52.35	52.35
[205.17 - 212.93	> 209.05		1	2	209.0517	15.00	225	224.95
		197.41	6		1168.913		346.3	415.36

Promedio:	194.0533
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 205.17 Xmin= 181.88	23.29
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	7.76
Media: u	197.41
Varianza: (S^2)	83.07
Desviación Estandar (s)	9.11
Coefficiente de Variacion (CV)	4.62
Percentil: P10	181.904
Percentil: P90	204.973
Cuartil: Q1	182.233
Cuartil: Q3	202.215
Coefficiente de Asimetria: As	-1.104
Coefficiente de Curtosis: K	0.433



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 17

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 28 días de edad

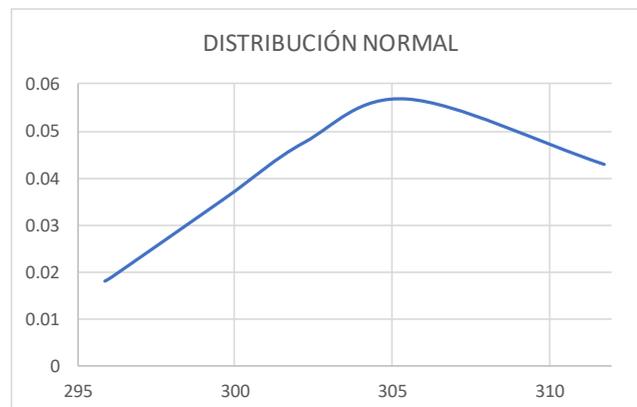
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 0.5 % de Nanosilice obtenidas a los 28 dias de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 02	295.84
		RP - 01	296.07
		RP - 04	299.65
		RP - 05	302.2
		RP - 03	305.5
		RP - 06	311.77

Tabla		Análisis Estadístico								
Intervalo de Clase		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2		
[295.84	-	301.15	>	298.50	2	2	596.99	-3.34	11.18	22.36
[301.15	-	306.46	>	303.81	2	2	607.61	1.97	3.868	7.74
[306.46	-	311.77	>	309.12	1	2	309.115	7.28	52.95	52.95
[311.77	-	317.08	>	314.43	1	2	314.425	12.59	158.4	158.42
		306.46			6		1828.14		226.4	241.47

Promedio:	301.8383
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 311.77 Xmin= 295.84	15.93
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	5.31
Media: u	306.46
Varianza: (S^2)	48.29
Desviación Estandar (s)	6.95
Coefficiente de Variacion (CV)	2.27
Percentil: P10	295.852
Percentil: P90	311.457
Cuartil: Q1	296.013
Cuartil: Q3	307.068
Coefficiente de Asimetria: As	-1.995
Coefficiente de Curtosis: K	0.354



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 18

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice a 56 días de edad

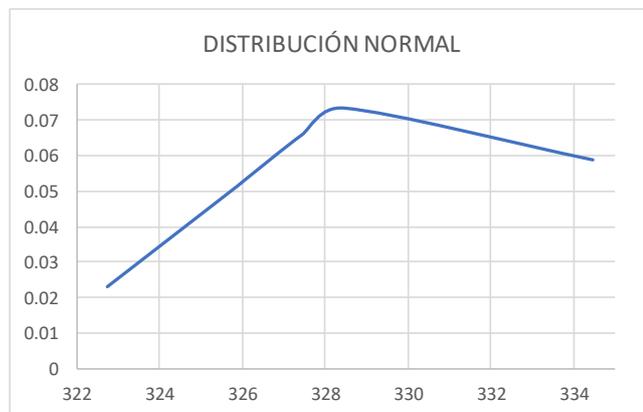
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 0.5 % de Nanosilice obtenidas a los 56 dias de edad		MUESTRA f'c (Xi)	
		RP - 03	322.72
		RP - 01	325.89
		RP - 06	325.99
		RP - 04	327.42
		RP - 02	328.44
		RP - 05	334.45

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2*fi	(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[322.72 -	326.63 >	324.68	2	2	649.35	-2.81	7.896	15.79
[326.63 -	330.54 >	328.59	2	2	657.17	1.10	1.21	2.42
[330.54 -	334.45 >	332.50	1	2	332.495	5.01	25.1	25.10
[334.45 -	338.36 >	336.41	1	2	336.405	8.92	79.57	79.57
		330.54	6		1975.42		113.8	122.88

Promedio:	327.485
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 334.45 Xmin= 322.72	11.73
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.91
Media: u	330.54
Varianza: (S^2)	24.58
Desviación Estandar (s)	4.96
Coefficiente de Variacion (CV)	1.50
Percentil: P10	322.879
Percentil: P90	334.150
Cuartil: Q1	325.098
Cuartil: Q3	329.943
Coefficiente de Asimetria: As	-1.849
Coefficiente de Curtosis: K	0.215



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 19

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 7 días de edad

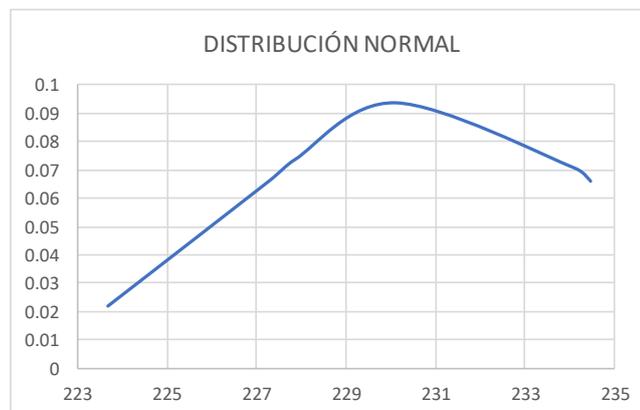
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 1.0% de Nanosilice obtenidas a los 7 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 06	223.69
		RP - 01	227.26
		RP - 03	227.86
		RP - 04	230.11
		RP - 05	234.12
		RP - 02	234.46

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi*(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[223.69 - 227.28	> 225.49		2	2	450.97	-4.10	16.8	33.59
[227.28 - 230.87	> 229.08		2	2	458.15	-0.51	0.258	0.52
[230.87 - 234.46	> 232.67		1	2	232.665	3.08	9.497	9.50
[234.46 - 238.05	> 236.26		1	2	236.255	6.67	44.51	44.51
		230.87	6		1378.04		71.06	88.12

Promedio:	229.5833
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 234.46 Xmin= 223.69	10.77
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.59
Media: u	230.87
Varianza: (S^2)	17.62
Desviación Estandar (s)	4.20
Coefficiente de Variacion (CV)	1.82
Percentil: P10	223.869
Percentil: P90	234.443
Cuartil: Q1	226.368
Cuartil: Q3	234.205
Coefficiente de Asimetria: As	-0.919
Coefficiente de Curtosis: K	0.371



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 20

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 28 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

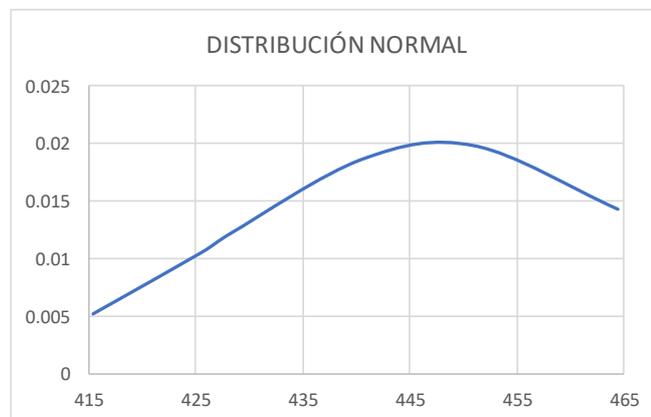
MUESTRA	f' c (Xi)
RP - 03	415.31
RP - 04	425.43
RP - 06	428.33
RP - 05	440.58
RP - 02	451.03
RP - 01	464.46

**Resistencia a la compresion (f' c) del
Concreto Patrón con Adición de 1.0% de
Nanosilice obtenidas a los 28 días de edad**

Tabla Analisis Estadistico

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
[415.31 - 431.69 >	423.50	2	2	847.0033	-14.02	196.6	393.21
[431.69 - 448.08 >	439.89	2	2	879.77	2.36	5.577	11.15
[448.08 - 464.46 >	456.27	1	2	456.2683	18.75	351.4	351.38
[464.46 - 480.84 >	472.65	1	2	472.6517	35.13	1234	1234.00
	448.08	6		2655.693		1788	1989.74

Promedio:	437.5233
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 464.46 Xmin= 415.31	49.15
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	16.38
Media: u	448.08
Varianza: (S^2)	397.95
Desviación Estandar (s)	19.95
Coefficiente de Variacion (CV)	4.45
Percentil: P10	415.816
Percentil: P90	463.789
Cuartil: Q1	422.900
Cuartil: Q3	454.388
Coefficiente de Asimetria: As	-1.587
Coefficiente de Curtosis: K	0.328



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 21

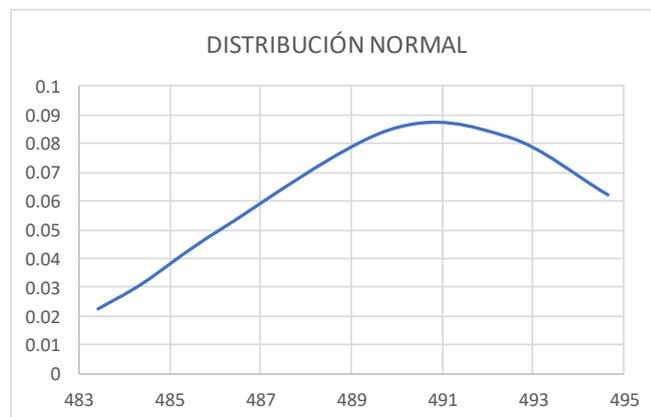
Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice a 56 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 1.0% de Nanosilice obtenidas a los 56 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 02	483.42
		RP - 03	484.41
		RP - 01	486.11
		RP - 06	489.83
		RP - 05	492.41
		RP - 04	494.64

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[483.42 - 487.16	> 485.29		2	2	970.58	-3.18	10.11	20.22
[487.16 - 490.90	> 489.03		2	2	978.06	0.56	0.314	0.63
[490.90 - 494.64	> 492.77		1	2	492.77	4.30	18.49	18.49
[494.64 -	> 496.51		1	2	496.51	8.04	64.64	64.64
		490.90	6		2937.92		93.56	103.98
Promedio:								488.47
Numero de muestras: n								6
Rango de datos: Rx	Xmax=	494.64	Xmin=	483.42				11.22
Número de intervalo de clase: K								3
Tamaño de intervalo de clase: C								3.74
Media: u								490.90
Varianza: (S^2)								20.80
Desviación Estandar (s)								4.56
Coefficiente de Variacion (CV)								0.93
Percentil: P10								483.470
Percentil: P90								494.529
Cuartil: Q1								484.163
Cuartil: Q3								492.968
Coefficiente de Asimetria: As								-1.599
Coefficiente de Curtosis: K								0.398



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 22

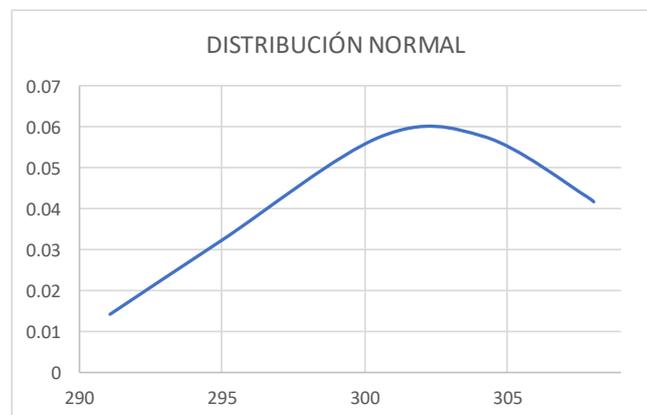
Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 7 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 1.5 % de Nanosilice obtenidas a los 7 dias de edad		MUESTRA f'c (Xi)	
		RP - 06	291.1
		RP - 04	295
		RP - 01	300.6
		RP - 03	304.23
		RP - 02	307.84
		RP - 05	308.06

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[291.10 -	296.75 >	293.93	2	2	587.8533	-7.21	52.01	104.02
[296.75 -	302.41 >	299.58	2	2	599.16	-1.56	2.428	4.86
[302.41 -	308.06 >	305.23	1	2	305.2333	4.09	16.77	16.77
[308.06 -	313.71 >	310.89	1	2	310.8867	9.75	95.03	95.03
		302.41	6		1803.133		166.2	220.67
Promedio:								301.1383
Numero de muestras: n								6
Rango de datos: Rx	Xmax=	308.06	Xmin=	291.1				16.96
Número de intervalo de clase: K								3
Tamaño de intervalo de clase: C								5.65
Media: u								302.41
Varianza: (S^2)								44.13
Desviación Estandar (s)								6.64
Coefficiente de Variacion (CV)								2.20
Percentil: P10								291.295
Percentil: P90								308.049
Cuartil: Q1								294.025
Cuartil: Q3								307.895
Coefficiente de Asimetria: As								-0.573
Coefficiente de Curtosis: K								0.414



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 23

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 28 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

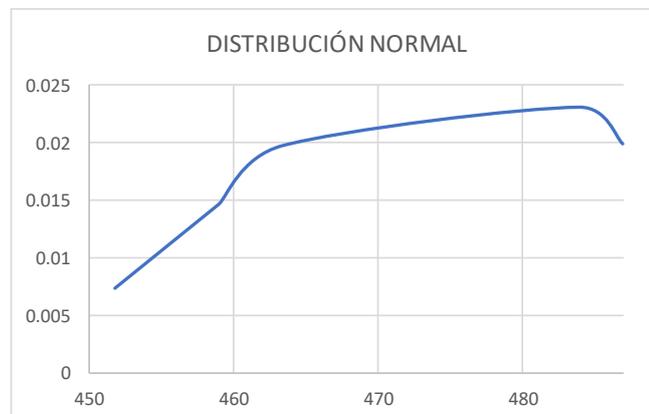
**Resistencia a la compresion (f'c) del
Concreto Patrón con Adición de 1.5 % de
Nanosilice obtenidas a los 28 días de edad**

MUESTRA	f'c (Xi)
RP - 03	451.79
RP - 01	458.93
RP - 02	459.02
RP - 06	463.35
RP - 04	483.93
RP - 05	486.93

Tabla Analisis Estadistico

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
[451.79 - 463.50 > 457.65		2	2	915.2933	-9.68	93.67	187.34
[463.50 - 475.22 > 469.36		2	2	938.72	2.04	4.141	8.28
[475.22 - 486.93 > 481.07		1	2	481.0733	13.75	189	189.02
[486.93 - 498.64 > 492.79		1	2	492.7867	25.46	648.3	648.30
	475.22	6		2827.873		935.1	1032.94

Promedio:	467.325
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 486.93 Xmin= 451.79	35.14
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	11.71
Media: u	475.22
Varianza: (S^2)	206.59
Desviación Estandar (s)	14.37
Coefficiente de Variacion (CV)	3.02
Percentil: P10	452.147
Percentil: P90	486.780
Cuartil: Q1	457.145
Cuartil: Q3	484.680
Coefficiente de Asimetria: As	-1.647
Coefficiente de Curtosis: K	0.398



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 24

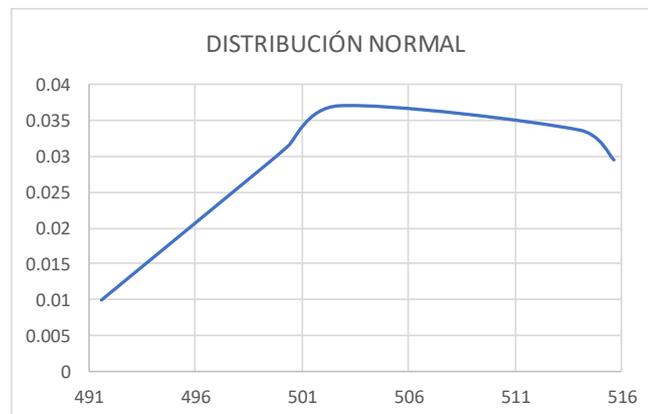
Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice a 56 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresion: concreto patron sin someter a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón con Adición de 1.5% de Nanosilice obtenidas a los 56 días de edad		MUESTRA f'c (Xi)	
		RP - 04	491.61
		RP - 02	499.77
		RP - 01	500.36
		RP - 03	502.75
		RP - 05	514
		RP - 06	515.63

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
Intervalo de Clase								
[491.61 - 499.62	> 495.61		2	2	991.2267	-8.41	70.67	141.34
[499.62 - 507.62	> 503.62		2	2	1007.24	-0.40	0.16	0.32
[507.62 - 515.63	> 511.63		1	2	511.6267	7.61	57.86	57.86
[515.63 - 523.64	> 519.63		1	2	519.6333	15.61	243.8	243.78
		507.62	6		3029.727		372.5	443.30
Promedio:								504.02
Numero de muestras: n								6
Rango de datos: Rx	Xmax=	515.63	Xmin=	491.61				24.02
Número de intervalo de clase: K								3
Tamaño de intervalo de clase: C								8.01
Media: u								507.62
Varianza: (S^2)								88.66
Desviación Estandar (s)								9.42
Coefficiente de Variacion (CV)								1.85
Percentil: P10								492.018
Percentil: P90								515.549
Cuartil: Q1								497.730
Cuartil: Q3								514.408
Coefficiente de Asimetria: As								-1.148
Coefficiente de Curtosis: K								0.354



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 25

Análisis estadístico - Concreto Patrón y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad

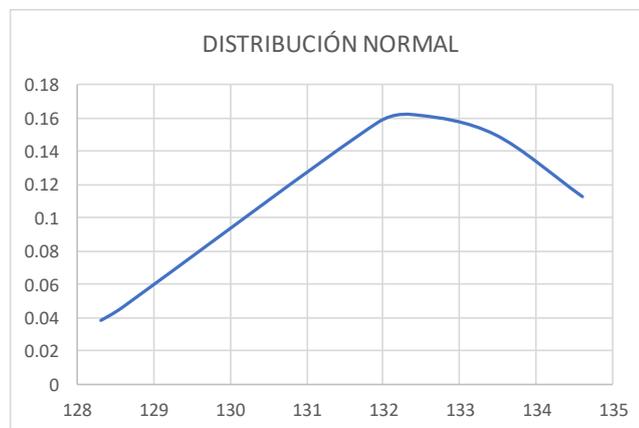
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón sometido a Congelamiento y Deshielo a los 7 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 02	128.31
		RP - 04	128.6
		RP - 03	131.93
		RP - 05	132.46
		RP - 01	133.46
		RP - 06	134.6

Tabla		Análisis Estadístico						
Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 \cdot fi$	$(Xi-u)^2$	
[128.31 - 130.41	129.36	2	2	258.7167	-2.20	4.847	9.69	
[130.41 - 132.50	131.46	2	2	262.91	-0.11	0.011	0.02	
[132.50 - 134.60	133.55	1	2	133.5517	1.99	3.967	3.97	
[134.60 - 136.70	135.65	1	2	135.6483	4.09	16.71	16.71	
	132.50	6		790.8267		25.54	30.40	

Promedio:	131.56
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 134.6 Xmin= 128.31	6.29
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	2.10
Media: u	132.50
Varianza: (S^2)	6.08
Desviación Estandar (s)	2.47
Coefficiente de Variacion (CV)	1.86
Percentil: P10	128.325
Percentil: P90	134.543
Cuartil: Q1	128.528
Cuartil: Q3	133.745
Coefficiente de Asimetria: As	-1.148
Coefficiente de Curtosis: K	0.420



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 26

Análisis estadístico - Concreto Patrón sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

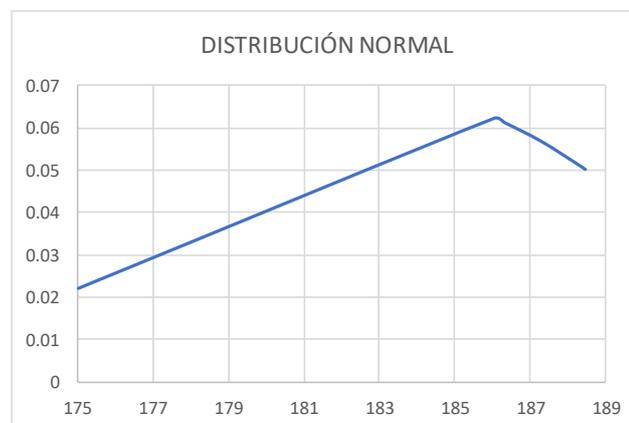
MUESTRA	f'c (Xi)
RP - 05	175.04
RP - 01	186.04
RP - 03	186.3
RP - 02	187.27
RP - 06	188.29
RP - 04	188.45

**Resistencia a la compresion (f'c) del
Concreto Patrón sometido a
Congelamiento y Deshielo a los 28 días de
edad**

Tabla Analisis Estadístico

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2*fi	(Xi-u)^2
[175.04 - 179.51	177.28	2	2	354.55	-7.96	63.31	126.62
[179.51 - 183.98	181.75	2	2	363.49	-3.49	12.16	24.31
[183.98 - 188.45	186.22	1	2	186.215	0.98	0.967	0.97
[188.45 - 192.92	190.69	1	2	190.685	5.45	29.74	29.74
	183.98	6		1094.94		106.2	181.64

Promedio:	185.2317
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 188.45 Xmin= 175.04	13.41
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	4.47
Media: u	183.98
Varianza: (S^2)	36.33
Desviación Estandar (s)	6.03
Coefficiente de Variacion (CV)	3.28
Percentil: P10	175.590
Percentil: P90	188.442
Cuartil: Q1	183.290
Cuartil: Q3	188.330
Coefficiente de Asimetria: As	0.623
Coefficiente de Curtosis: K	0.196



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 27

Análisis estadístico - Concreto Patrón sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad

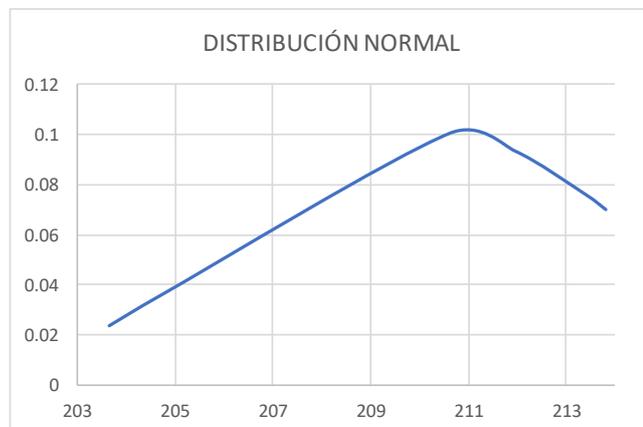
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón sometido a Congelamiento y Deshielo a los 56 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 01	203.67
		RP - 02	204.71
		RP - 06	210.61
		RP - 05	211.95
		RP - 04	213.41
		RP - 03	213.8

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 \cdot fi$	$(Xi-u)^2$
Intervalo de Clase								
[203.67 - 207.05	> 205.36		2	2	410.7167	-4.33	18.78	37.56
[207.05 - 210.42	> 208.74		2	2	417.47	-0.96	0.915	1.83
[210.42 - 213.80	> 212.11		1	2	212.1117	2.42	5.856	5.86
[213.80 - 217.18	> 215.49		1	2	215.4883	5.80	33.6	33.60
		210.42	6		1255.787		59.15	78.84

Promedio:	209.6917
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 213.8 Xmin= 203.67	10.13
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.38
Media: u	210.42
Varianza: (S^2)	15.77
Desviación Estandar (s)	3.97
Coefficiente de Variacion (CV)	1.89
Percentil: P10	203.722
Percentil: P90	213.781
Cuartil: Q1	204.450
Cuartil: Q3	213.508
Coefficiente de Asimetria: As	-0.553
Coefficiente de Curtosis: K	0.450



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 28

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad

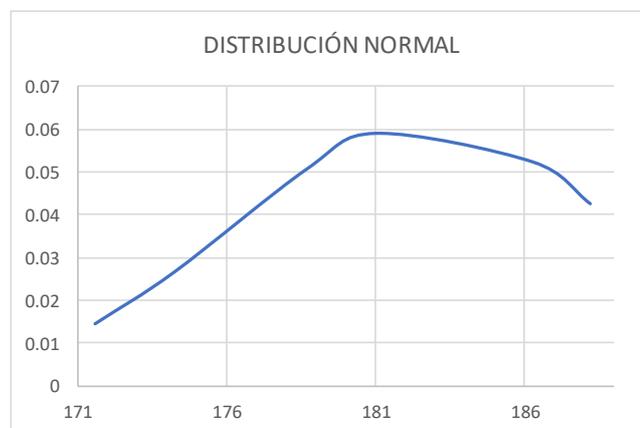
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 0.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 7 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 02	171.56
		RP - 01	174.23
		RP - 06	178.67
		RP - 04	180.98
		RP - 03	186.25
		RP - 05	188.18

Tabla		Análisis Estadístico							
Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2$	fi*(Xi-u)^2	$(Xi-u)^3$	fi*(Xi-u)^3
[171.56 - 177.10	174.33	2	2	348.66	-5.65	31.9	63.81	-188.27	-1167.57
[177.10 - 182.64	179.87	2	2	359.74	-0.11	0.012	0.02	-0.02	-0.002
[182.64 - 188.18	185.41	1	2	185.41	5.43	29.5	29.50	162.87	888.27
[188.18 - 193.72	190.95	1	2	190.95	10.97	120.4	120.38	1203.80	13248.00
	182.64	6		1084.76		181.8	213.71		

Promedio:	179.9783
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 188.18 Xmin= 171.56	16.62
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	5.54
Media: u	182.64
Varianza: (S^2)	42.74
Desviación Estandar (s)	6.54
Coefficiente de Variación (CV)	3.58
Percentil: P10	171.694
Percentil: P90	188.084
Cuartil: Q1	173.563
Cuartil: Q3	186.733
Coefficiente de Asimetría: As	-1.221
Coefficiente de Curtosis: K	0.402



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 29

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad

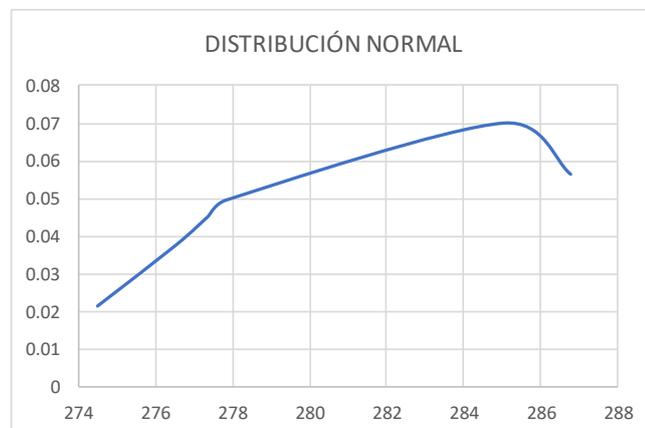
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 0.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 28 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 02	274.48
		RP - 04	276.51
		RP - 06	277.36
		RP - 01	277.83
		RP - 05	285.05
		RP - 03	286.8

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2$	$fi \cdot (Xi-u)^2$
Intervalo de Clase								
[274.48 -	278.59 >	276.53	2	2	553.0667	-3.14	9.849	19.70
[278.59 -	282.69 >	280.64	2	2	561.28	0.97	0.938	1.88
[282.69 -	286.80 >	284.75	1	2	284.7467	5.08	25.76	25.76
[286.80 -	290.91 >	288.85	1	2	288.8533	9.18	84.3	84.30
		282.69	6		1687.947		120.8	131.63

Promedio:	279.6717
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 286.8 Xmin= 274.48	12.32
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	4.11
Media: u	282.69
Varianza: (S^2)	26.33
Desviación Estandar (s)	5.13
Coefficiente de Variacion (CV)	1.82
Percentil: P10	274.582
Percentil: P90	286.713
Cuartil: Q1	276.003
Cuartil: Q3	285.488
Coefficiente de Asimetria: As	-1.767
Coefficiente de Curtosis: K	0.391



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 30

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 0.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

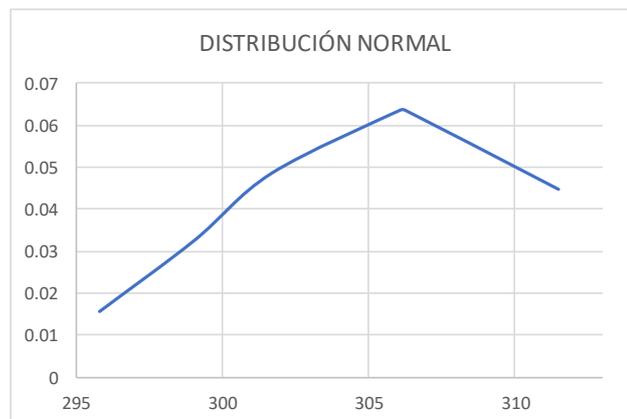
MUESTRA	f'c (Xi)
RP - 02	295.77
RP - 04	299.01
RP - 06	301.66
RP - 03	306.05
RP - 01	306.25
RP - 05	311.5

Resistencia a la compresion (f'c) del Concreto Patrón adicionado 0.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 56 días de edad

Tabla Analisis Estadistico

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[295.77 - 301.01 >	298.39	2	2	596.7833	-4.98	24.82	49.63
[301.01 - 306.26 >	303.64	2	2	607.27	0.26	0.068	0.14
[306.26 - 311.50 >	308.88	1	2	308.8783	5.51	30.31	30.31
[311.50 - 316.74 >	314.12	1	2	314.1217	10.75	115.5	115.53
	306.26	6		1827.053		170.7	195.60

Promedio:	303.3733
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 311.5 Xmin= 295.77	15.73
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	5.24
Media: u	306.26
Varianza: (S^2)	39.12
Desviación Estandar (s)	6.25
Coefficiente de Variacion (CV)	2.04
Percentil: P10	295.932
Percentil: P90	311.238
Cuartil: Q1	298.200
Cuartil: Q3	307.563
Coefficiente de Asimetria: As	-1.383
Coefficiente de Curtosis: K	0.306



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 31

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad

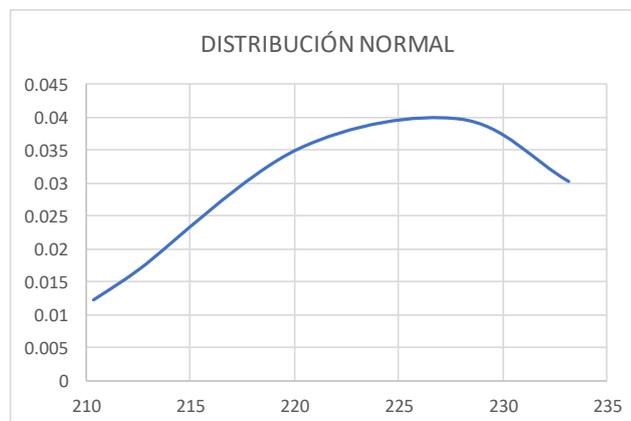
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión (f'c) del Concreto Patrón adicionado 1.0% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 7 días de edad		MUESTRA	f'c (Xi)
		RP - 04	210.37
		RP - 02	211.74
		RP - 06	212.65
		RP - 05	220.21
		RP - 03	227.95
		RP - 01	233.18

Tabla Análisis Estadístico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	(Xi-u)^2fi	(Xi-u)^2
[210.37	- 217.97	> 214.17	2	2	428.3433	-5.18	26.82	53.63
[217.97	- 225.58	> 221.78	2	2	443.55	2.42	5.881	11.76
[225.58	- 233.18	> 229.38	1	2	229.3783	10.03	100.6	100.57
[233.18	- 240.78	> 236.98	1	2	236.9817	17.63	310.9	310.88
		225.58	6		1338.253		444.1	476.83

Promedio:	219.35
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 233.18 Xmin= 210.37	22.81
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	7.60
Media: u	225.58
Varianza: (S^2)	95.37
Desviación Estandar (s)	9.77
Coefficiente de Variacion (CV)	4.33
Percentil: P10	210.439
Percentil: P90	232.919
Cuartil: Q1	211.398
Cuartil: Q3	229.258
Coefficiente de Asimetria: As	-1.913
Coefficiente de Curtosis: K	0.397



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 32

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad

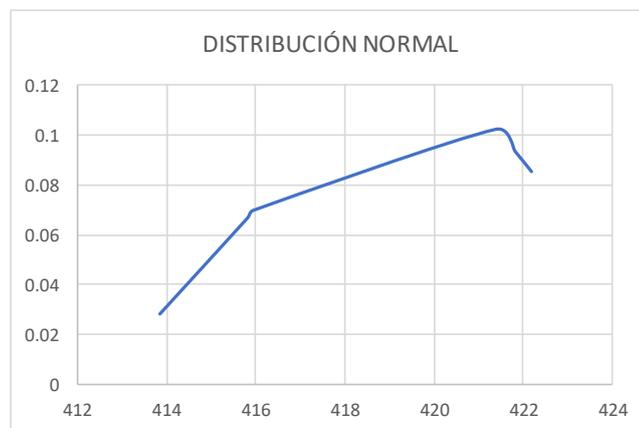
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 1.0% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 28 días de edad		MUESTRA	$f'c$ (Xi)
		RP - 04	413.86
		RP - 06	415.83
		RP - 02	415.96
		RP - 01	421.38
		RP - 03	421.81
		RP - 05	422.18

Tabla	Análisis Estadístico		Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 \cdot fi$	$(Xi-u)^2$		
			[413.86 -	416.63	>	415.25	2	2	830.4933	-3.26	10.61	21.21
			[416.63 -	419.41	>	418.02	2	2	836.04	-0.48	0.234	0.47
			[419.41 -	422.18	>	420.79	1	2	420.7933	2.29	5.244	5.24
			[422.18 -	424.95	>	423.57	1	2	423.5667	5.06	25.64	25.64
				419.41		6		2510.893		41.72		52.56

Promedio:	418.5033
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx	Xmax= 422.18 Xmin= 413.86
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	2.77
Media: u	419.41
Varianza: (S^2)	10.51
Desviación Estandar (s)	3.24
Coefficiente de Variacion (CV)	0.77
Percentil: P10	413.959
Percentil: P90	422.162
Cuartil: Q1	415.338
Cuartil: Q3	421.903
Coefficiente de Asimetria: As	-0.836
Coefficiente de Curtosis: K	0.400



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 33

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.0% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad

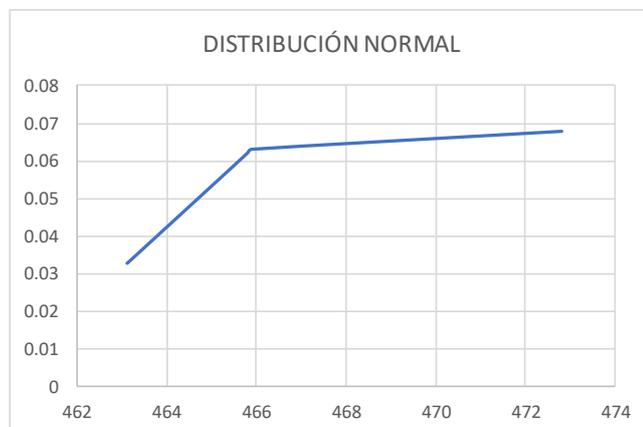
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 1.0% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 56 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 05	463.13
		RP - 03	463.17
		RP - 06	465.49
		RP - 01	465.82
		RP - 04	465.9
		RP - 02	472.8

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 \cdot fi$	$(Xi-u)^2$
Intervalo de Clase								
[463.13 -	466.35 >	464.74	2	2	929.4833	-1.31	1.716	3.43
[466.35 -	469.58 >	467.97	2	2	935.93	1.91	3.661	7.32
[469.58 -	472.80 >	471.19	1	2	471.1883	5.14	26.39	26.39
[472.80 -	476.02 >	474.41	1	2	474.4117	8.36	69.89	69.89
	469.58		6		2811.013		101.7	107.03

Promedio:	466.0517
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 472.8 Xmin= 463.13	9.67
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.22
Media: u	469.58
Varianza: (S^2)	21.41
Desviación Estandar (s)	4.63
Coefficiente de Variacion (CV)	0.99
Percentil: P10	463.132
Percentil: P90	472.455
Cuartil: Q1	463.160
Cuartil: Q3	467.625
Coefficiente de Asimetria: As	-2.286
Coefficiente de Curtosis: K	0.239



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 34

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 7 días de edad

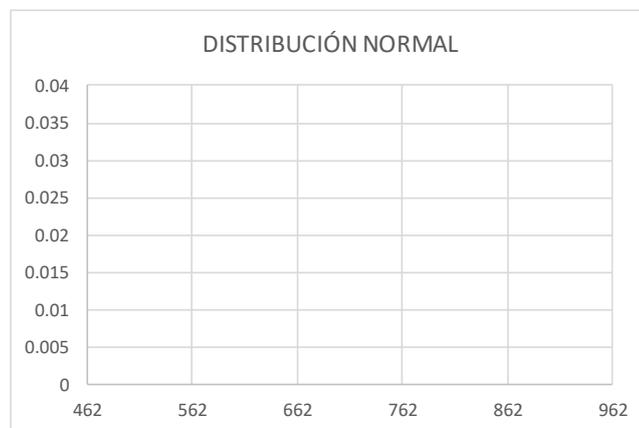
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 1.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 7 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 05	286.31
		RP - 03	292.22
		RP - 02	296.45
		RP - 04	298.43
		RP - 01	311.76
		RP - 06	312.17

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 \cdot fi$	$(Xi-u)^2$	
[	286.31 -	294.93 >	290.62	2	2	581.24	-8.94	79.86	159.73
[	294.93 -	303.55 >	299.24	2	2	598.48	-0.32	0.1	0.20
[	303.55 -	312.17 >	307.86	1	2	307.86	8.30	68.95	68.95
[	312.17 -	320.79 >	316.48	1	2	316.48	16.92	286.4	286.40
		303.55	6			1804.06		435.3	515.27

Promedio:	299.5567
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 312.17 Xmin= 286.31	25.86
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	8.62
Media: u	303.55
Varianza: (S ²)	103.05
Desviación Estandar (s)	10.15
Coefficiente de Variacion (CV)	3.34
Percentil: P10	286.606
Percentil: P90	312.150
Cuartil: Q1	290.743
Cuartil: Q3	311.863
Coefficiente de Asimetria: As	-1.180
Coefficiente de Curtosis: K	0.413



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 35

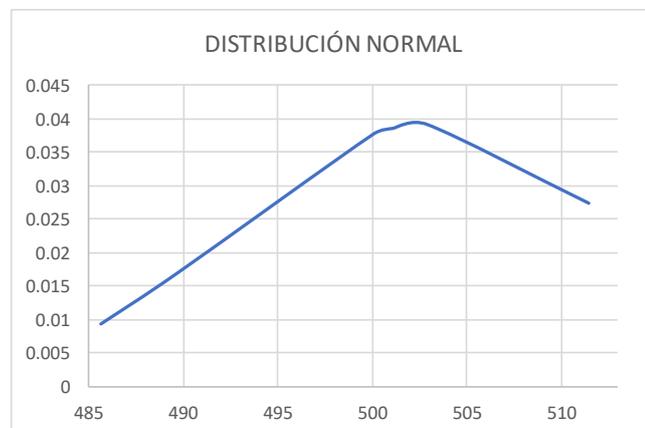
Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 28 días de edad

Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 1.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 28 días de edad		MUESTRA $f'c$ (Xi)	
		RP - 06	485.68
		RP - 04	489.7
		RP - 02	500.09
		RP - 03	501.12
		RP - 01	502.96
		RP - 05	511.51

Tabla Analisis Estadistico		Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2 fi$	$(Xi-u)^2$
Intervalo de Clase								
[485.68 - 494.29	> 489.99		2	2	979.97	-8.53	72.68	145.35
[494.29 - 502.90	> 498.60		2	2	997.19	0.08	0.007	0.01
[502.90 - 511.51	> 507.21		1	2	507.205	8.69	75.6	75.60
[511.51 - 520.12	> 515.82		1	2	515.815	17.31	299.5	299.46
		502.90	6		3000.18		447.7	520.43
Promedio:								498.51
Numero de muestras: n								6
Rango de datos: Rx	Xmax=	511.51	Xmin=	485.68				25.83
Número de intervalo de clase: K								3
Tamaño de intervalo de clase: C								8.61
Media: u								502.90
Varianza: (S ²)								104.09
Desviación Estandar (s)								10.20
Coefficiente de Variacion (CV)								2.03
Percentil: P10								485.881
Percentil: P90								511.083
Cuartil: Q1								488.695
Cuartil: Q3								505.098
Coefficiente de Asimetria: As								-1.291
Coefficiente de Curtosis: K								0.325



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

Figura 36

Análisis estadístico - Concreto Patrón con adición de 1.5% de nanosilice y sometidos a Ciclos de Congelamiento y deshielo a 56 días de edad

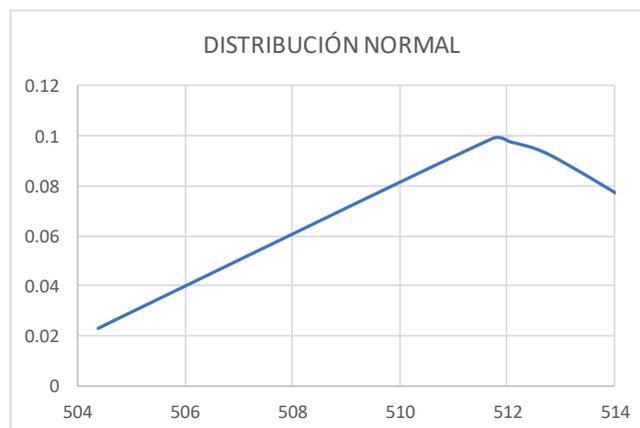
Análisis estadístico: Resistencia a la Compresión

Datos de resistencia a compresión: concreto patrón sometido a congelamiento y deshielo

Resistencia a la compresión ($f'c$) del Concreto Patrón adicionado 1.5% de Nanosilice, sometidos a Congelamiento y Deshielo a los 56 días de edad		MUESTRA	$f'c$ (Xi)
		RP - 04	504.39
		RP - 05	504.86
		RP - 02	511.72
		RP - 01	512.04
		RP - 06	512.79
		RP - 03	514.64

Tabla		Análisis Estadístico							
Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi*Xi	Xi-u	$(Xi-u)^2$	fi*(Xi-u)^2	$(Xi-u)^3$	fi*(Xi-u)^3
[504.39 - 507.81	506.10	2	2	1012.197	-3.97	15.8	31.60	-61.20	-244.80
[507.81 - 511.22	509.52	2	2	1019.03	-0.56	0.312	0.62	0.312	-0.156
[511.22 - 514.64	512.93	1	2	512.9317	2.86	8.17	8.17	23.83	68.17
[514.64 - 518.06	516.35	1	2	516.3483	6.28	39.38	39.38	247.27	1557.27
	511.22	6		3060.507		63.66	79.77		

Promedio:	510.0733
Numero de muestras: n	6
Rango de datos: Rx Xmax= 514.64 Xmin= 504.39	10.25
Número de intervalo de clase: K	3
Tamaño de intervalo de clase: C	3.42
Media: u	511.22
Varianza: (S^2)	15.95
Desviación Estandar (s)	3.99
Coefficiente de Variación (CV)	0.78
Percentil: P10	504.414
Percentil: P90	514.548
Cuartil: Q1	504.743
Cuartil: Q3	513.253
Coefficiente de Asimetría: As	-0.864
Coefficiente de Curtosis: K	0.420



Nota. Elaboración propia. Resultados de los análisis.

ANEXO A - TABLA N° 28: Matriz de operacionalización de variables

TITULO: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL NANOSÍLICE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO DE LA CIUDAD DE CHAUPIMARCA, PASCO					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Nanosílice INDEPENDIENTE 1	La Nanosílice es un nano aditivo de aspecto turbio, en estado líquido y ligeramente viscoso, que presenta una composición a base de sílice con partículas de tamaño nanométrico. Es un gran reductor de agua, de alta actividad y puzolanidad.	El Nano sílice es utilizado para modificar la dispersión y la plasticidad del hormigón de cemento, a fin de impartir propiedades anti - sangrado, impermeabilidad mejorada, rendimiento anticongelante, menor calor de hidratación y vida prolongada (Duarte, 2013).	Propiedades del concreto Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> • Revenimiento • Peso unitario del concreto • Porosidad (%) • Porcentaje (0.5%, 1.0% y 1.5%) 	Cuantitativa Razón
Superplastificante INDEPENDIENTE 2	El superplastificante de concreto también se conoce como reductor de agua de alto rango. Pertenecen a las sustancias orgánicas sintéticas solubles en agua que reducen la cantidad de agua requerida para lograr cierta estabilidad del concreto, reducen la relación agua - cemento, reducen el contenido de cemento y aumentan el asentamiento (Kingsun, 2018).	En esta investigación se usó el aditivo Sika CEM Plastificante con una dosificación en porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50% del peso de cemento.	Propiedades del concreto Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> • Revenimiento • Peso unitario del concreto • Porcentaje (%) 	Cuantitativa Razón
Resistencia a la Comprensión del Concreto DEPENDIENTE	es una medida ampliamente aceptada para acceder al comportamiento de una determinada mezcla de concreto. Es importante considerar este aspecto del concreto porque es la medida principal que determina qué tan bien el concreto puede soportar las cargas que afectan su tamaño. Le dice con precisión si una mezcla en particular es adecuada o no para cumplir con los requisitos de un proyecto específico, de acuerdo a Big (2002).	Es la carga máxima para un concreto, antes de que puede fallar a compresión bajo una carga (Kg)	Resistencia del concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión axial (kg/cm²) 	Cuantitativa Razón
			Mezcla del concreto	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad (cm) • Dosificación (%) 	Cuantitativa Razón
			Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Agregado fino (Kg.) • Agregado grueso (Kg.) • Agua (L.) • Cemento (Kg.) 	Cuantitativa Razón

Anexo B - TABLA N° 29: Matriz de consistencia

TITULO: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL NANOSILICE Y SUPERPLASTIFICANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO A CONGELAMIENTO Y DESHIELO DE LA CIUDAD DE CHAUPIMARCA, PASCO						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera influye la adición de nanosilice y superplastificantes, en la resistencia a compresión del concreto que esta sometido a congelamiento y deshielo? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la manera en que influye la adición nanosilice y el superplastificante en la resistencia a compresión del concreto que esta sometido a congelamiento y deshielo 	<ul style="list-style-type: none"> La adición del nanosilice y el superplastificante influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto que está sometido a congelamiento y deshielo. 	Nanosilice	Propiedades del concreto Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> Revenimiento Peso unitario del concreto Porosidad (%) Porcentaje NS		Tipo de estudio: EXPLICATIVO - EXPERIMENTAL
			Superplastificante	Propiedades del concreto Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> Revenimiento Peso unitario Porcentaje (%) 	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Diseño de investigación:
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto? ¿De qué manera influye la adición de Superplastificante en las propiedades del concreto? ¿De que manera influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto en estado fresco? ¿De qué manera influye la adición de Superplastificante en las propiedades del concreto en estado fresco? ¿De que manera influye la adición de 0.5% de nanosilice en la resistencia a compresion del concreto? ¿De qué manera influye la adición de 1.0% de nanosilice en la resistencia a compresion del concreto? ¿De qué manera influye la adición de 1.5% de nanosilice en la resistencia a compresion del concreto? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la manera en que influye la adición nanosilice en las propiedades del concreto. Determinar la manera en que influye la adición de superplastificante en las propiedades del concreto. Determinar la manera en que influye la adición de nanosilice en las propiedades del concreto en estado fresco. Determinar la manera en que influye la adición de superplastificante en las propiedades del concreto en estado fresco. Determinar la manera en que influye la adición de 0.5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto Determinar la manera en que influye la adición de 1.0% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto Determinar la manera en que influye la adición de 1.5% de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto 	<ul style="list-style-type: none"> La adición del nanosilice influye positivamente en las propiedades del concreto. La adición del superplastificante influye positivamente en las propiedades del concreto. La adición del nanosilice influye positivamente en las propiedades del concreto en estado fresco. La adición del superplastificante influye positivamente en las propiedades del concreto en estado fresco. La adición del 0.5% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto. La adición del 1.0% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto La adición del 1.5% de nanosilice influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto 	Resistencia a Compresión del Concreto	Resistencia a compresión del concreto	<ul style="list-style-type: none"> Compresión axial (kg/cm2) 	EXPERIMENTAL
				Mezcla del concreto	<ul style="list-style-type: none"> Trabajabilidad (cm) Dosificación (%) 	Método de investigación: EXPERIMENTAL
				Componentes	<ul style="list-style-type: none"> Agregado fino (Kg.) Agregado grueso (Kg.) Agua (L.) Cemento (Kg.) 	Nivel de investigación: EXPLICATIVO
						Población: Briquetas de concreto Muestreo: La muestra 144