



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“COMPORTAMIENTO DEL NANOSÍLICE EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, SAN MARTÍN -
PERÚ 2021”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES: BACH. ELSA CARRILLO REYES
BACH. AMELIA CRUZ ARCE

ASESOR : M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

SAN MARTÍN – PERÚ
2021

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a **Dios**, por darme la salud y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por darme la inspiración, su amor, trabajo, paciencia, esfuerzo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido y es un orgullo y un privilegio de ser su hija, son los mejores padres

A mis hermanos por estar siempre presente acompañándome, y que este logro sea el que los aliente a seguir y cumplir sus anhelos, metas personales y profesionales, y porque los Amo.

Amelia Cruz Arce

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a **Dios**, por darme la salud y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por darme la inspiración, su amor, trabajo, paciencia, esfuerzo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido y es un orgullo y un privilegio de ser su hija, son los mejores padres

A mis hermanos por estar siempre presente acompañándome, y que este logro sea el que los aliente a seguir adelante y cumplir sus anhelos, metas personales y profesionales, y porque los Amo.

Elsa Carrillo Reyes

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos salud, fuerza y voluntad y por permitirnos tener y disfrutar a nuestras familias. A la vida porque cada día nos demuestra la hermosa que es, y lo justa que puede llegar a ser, y a las siguientes personas e instituciones:

- A la **Universidad Científica del Perú**, por ser nuestra alma Mater y a toda su plana de Docentes capacitados para darnos la mejor formación ética y académica y al programa Beca 18, por darnos la oportunidad de ser profesionales.
- Al **Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C.** Tarapoto por facilitarnos sus instalaciones para realizar los ensayos para esta investigación.
- Al Msc. **Ulises Octavio Irigoin Cabrera**, por habernos asesorado en todo el proceso de investigación y, darnos la confianza.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

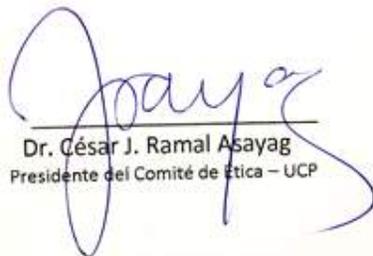
El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“COMPORTAMIENTO DEL NANOSÍLICE EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, SAN MARTÍN - PERÚ
2021”**

De los alumnos: **ELSA CARRILLO REYES Y AMELIA CRUZ ARCE**, de la Facultad Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **15% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 28 de junio del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_ElsaCarrillo_AmeliaCruz_V1.pdf (D109073409)
Submitted: 6/16/2021 6:41:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 15 %

Sources included in the report:

UCP_ingenieriacivil_2021_TSP_YosvanyMontalvan_LuisRodriguez_V1.pdf (D109073410)
 UCP_INGENIERIACIVIL_2021_TESIS_LUZPLASENCIA_KEVINMENDOZA_V1.pdf (D104738035)
 UCP_IngenieriaCivil_2021_Tesis_ManuelGarcia_V1.pdf (D95060242)
 UCP_IngenieriaCivil_2021_TSP_LeninCubas_LuisValderrama_V1.pdf (D107252257)
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1009/INFORME%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2875/TESIS%20-%20NADIA%20RAMOS%20FERN%20C3%81NDEZ.docx?sequence=1&isAllowed=y>
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9984/Sifuentes%20Aguirre%20Joshua%20Yasser.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://core.ac.uk/download/pdf/287370903.pdf>
<https://1library.co/document/zpn043ry-resistencia-concreto-agregado-grueso-sustituido-escoria-horno-electrico.html>
<https://docplayer.es/70041636-Universidad-nacional-de-san-agustin-facultad-de-ingenieria-civil-escuela-profesional-de-ingenieria-civil.html>

Instances where selected sources appear:

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 491 -2021- UCP - FCEI del 02 de agosto de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. Presidente
- Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. Miembro
- Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 10:00 horas, del día miércoles 04 de agosto de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

"COMPORTAMIENTO DEL NANOSÍLICE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, SAN MARTÍN - PERÚ 2021"

Presentado por las sustentantes:

ELSA CARRILLO REYES y AMELIA CRUZ ARCE

Asesorado por: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M.Sc.

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE CATORCE)**

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.


Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc.
Miembro


Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.
Presidente


Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc.
Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 - 15
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

Iquitos - Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto - Perú
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Trabajo de Suficiencia Profesional sustentada mediante la plataforma zoom el día miércoles 04 de agosto a las 10:00am horas del 2021.



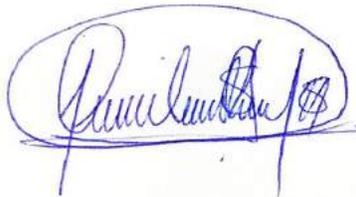
M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO

PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS PAREDES AGUILAR

MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. ANDRES PINEDO DELGADO

MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
HOJA DE APROBACIÓN	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I: MARCO TEORICO	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	1
1.2. BASES TEÓRICAS	2
1.2.1. El cemento portland.....	3
1.2.2. El agregado fino (arena).....	3
1.2.3. El agregado grueso (grava).....	4
1.2.4. El agua en la mezcla de concreto.....	4
1.2.5. El nanosilice como aditivo.....	4
1.2.6. El concreto.....	5
1.2.7. Clasificación del concreto.....	5
1.2.8. Ventajas del concreto.....	6
1.2.9. Consideraciones Básicas para el Diseño de una Mezcla de Concreto.	6
1.2.10. Información Requerida para el Diseño de una Mezcla de Concreto.	6
1.2.11. Secuencia de Diseño de Mezcla.....	7
1.2.12. Resistencia a la compresión.....	7
1.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS	7
1.3.1. Cemento.....	7
1.3.2. Tipos de Cemento.....	8
1.3.3. Relación de Agua/Cemento (A/C).....	8
1.3.4. Slump.....	9
1.3.5. Características del cemento.....	9

1.3.6.	Aditivos.....	9
1.3.7.	Almacenamiento en obra.....	10
1.3.8.	Propiedades del concreto - Trabajabilidad.....	10
1.3.9.	Propiedades del concreto - Consistencia.....	10
1.3.10.	Propiedades del concreto - Resistencia.....	11
1.3.11.	Propiedades del concreto - Durabilidad.....	11
1.3.12.	Concreto de alta resistencia.....	12
1.3.13.	Sílice.....	13
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....		14
2.1.	DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	14
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.2.1.	Formulación del Problema del General.....	15
2.2.2.	Formulación de los Problemas Específicos.....	15
2.3.	OBJETIVOS.....	16
2.3.1.	Objetivo General.....	16
2.3.2.	Objetivos Específicos.....	16
2.4.	HIPOTESIS.....	17
2.4.1.	Hipótesis general.....	17
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	17
2.5.	VARIABLES.....	18
2.5.1.	Identificación de Variables.....	18
2.5.1.1.	Variable Independiente (VI).....	18
2.5.1.2.	Variable Dependiente (VD).....	18
2.5.2.	Definición Conceptual y Operacional de Variables.....	18
2.5.3.	Operacionalización de Variables.....	18
CAPITULO III: METODOLOGIA.....		20
3.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	20
3.1.2.	Diseño de Investigación.....	20
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
3.2.1.	Población.....	22
3.2.2.	Muestra.....	22

3.3.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	23
3.3.1.	Técnicas de Recolección de Datos.	23
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.	23
3.4.	PROCESAMIENTO Y RECOLECCION DE DATOS.	24
3.4.1.	Revisión bibliográfica.	25
3.4.2.	Ubicación de las canteras de agregados.	25
3.4.3.	Agregado Grueso.	25
3.4.4.	Agregado fino (arena).	26
	CAPITULO IV. RESULTADOS.	27
4.1.	ENSAYO DE LOS AGREGADOS	27
4.1.1.	Contenido de humedad (%w)	27
4.1.2.	Granulometría de Ensayo de agregado fino – (ASTM C33) y MF y Agregado grueso y TMN	28
4.1.3.	Peso unitario suelto y compactado de los agregados (ASTM C29)	30
4.1.4.	Peso específico y absorción	32
4.1.5.	Diseño de mezcla	33
	CAPITULO V: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1.	DISCUSIÓN	55
5.2.	CONCLUSIONES	57
5.3.	RECOMENDACIONES	59
	REFERENCIAS:	60
	ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	55
	ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	56
	ANEXO 03: CONTROL DE ROTURAS A 7 DÍAS	66
	ANEXO 04: CONTROL DE ROTURAS A 28 DÍAS	67
	ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO	68

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla N° 1: Límites de porcentaje que pasa, agregado fino	4
Tabla N° 02: Definición Conceptual de las Variables	18
Tabla N° 03: Operacionalización de Variables	18
Tabla N° 04: Diseño de la Investigación	21
Tabla N°05: Población y muestra.....	23
Tabla N° 06: Técnicas de recolección de datos e instrumentos.....	24
Tabla N°07: Lugar donde se ubica la cantera de agregado grueso.	26
Tabla N°08: Lugar donde se ubica la cantera del río Cumbaza.....	26
Tabla N°09: Granulometría de agregado fino	29
Tabla N°10: Granulometría de agregado Grueso	29
Tabla N°11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	31
Tabla N°12: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	31
Tabla N°13: Peso específico y absorción del agregado fino	32
Tabla N°14: Peso específico y absorción del agregado grueso.....	33
Tabla N° 15: Resultados de la mezcla N° 01 (experimental al 3%)	34
Tabla N° 16: Rotura del de grupo experimental (3%) de nanosilice a la edad de 7 días.....	34
Tabla N° 17: Rotura del de grupo experimental (3%) de nanosilice a la edad de 28 días.	35
Tabla N° 18: Estadísticos Descriptivos para 3% a 7 Días.....	35
Tabla N° 19: Estadísticos Descriptivos para 3% a 28 Días.....	36
Tabla N° 20: Resultados de la mezcla N° 02 (experimental al 5%)	37

Tabla N° 21: Rotura del de grupo experimental (5%) de nanosilice a la edad de 7 días.	38
Tabla N° 22: Rotura del de grupo experimental (5%) de nanosilice a la edad de 28 días.	38
Tabla N° 23: Estadísticos Descriptivos para 5% a 7 Días.....	39
Tabla N° 24: Estadísticos Descriptivos para 5% a 28 Dias.....	39
Tabla N° 25: Resultados de la mezcla N° 03 (experimental al 7%)	40
Tabla N° 26: Rotura del de grupo experimental (7%) de nanosilice a la edad de 7 días.	41
Tabla N° 27: Rotura del de grupo experimental (7%) de nanosilice a la edad de 28 días.	42
Tabla N° 28: Estadísticos Descriptivos para 7% a 7 Días de curado.....	42
Tabla N° 29: Estadísticos Descriptivos para 7% a 28 Dias de curado.	42
Tabla N° 30: Resultados de la mezcla N° 04 (experimental al 9%)	44
Tabla N° 31: Rotura del de grupo experimental (9%) de nanosilice a la edad de 7 días de curado.	45
Tabla N° 32: Rotura del de grupo experimental (9%) de nanosilice a la edad de 28 días de curado.	45
Tabla N° 33: Estadísticos Descriptivos para 9% a 7 Días.....	46
Tabla N° 34: Estadísticos Descriptivos para 9% a 28 Dias.....	46
Tabla N° 35: Resultados de la mezcla N° 05 (experimental al 0%)	47
Tabla N° 36: Rotura del grupo experimental (0%) de nanosilice (patrón) a la edad de 7 días de curado.....	48

Tabla N° 37: Rotura del de grupo experimental (0%) de nanosilice a la edad de 28 días de curado.	48
Tabla N° 38: Estadísticos Descriptivos para 0% a 7 días	49
Tabla N° 39: Estadísticos Descriptivos para 0% a 28 Días.....	49
Tabla N° 40: Resultados generales de roturas de testigos de concreto a 7 días	51
Tabla N° 41: Resultados generales de roturas de testigos de concreto a 28 días	53

ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

Figura N° 01: Ubicación Geográfica.....	26
Imagen N° 02: Grafica de curva granulométrica de agregado fino	29
Imagen N°03: Grafica de curva granulométrica de agregado grueso.....	30
Figura N° 04: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 3% nanosilice a los 7días de curado.....	36
Figura N° 05: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 3% nanosilice a los 28 días de curado.....	36
Figura N° 06: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 5% nanosilice a los 7 días de curado.....	39
Figura N° 07: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 5% nanosilice a los 28 días de curado.....	40
Figura N° 08: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 7% nanosilice a los 7 dias.....	43
Figura N° 09: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 7% nanosilice a los 28 días.....	43
Figura N° 10: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 9% nanosilice a los 7días de curado.....	46
Figura N° 11: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 9% nanosilice a los 28 días de curado.....	46
Figura N° 12: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 0% nanosilice a los 7dias de curado.....	49
Figura N° 13: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 0% nanosilice a los 28 días de curado.....	50

Figura N° 14: Gráfico de resistencia a compresión a los 7 días.....	52
Figura N° 15: Gráfico de resistencia a compresión a los 28 días.....	54
Imagen N° 16: Hoja de recolección de datos del agregado - fino	56
Imagen N° 17: Hoja de recolección de datos del agregado - grueso	57
Imagen N° 18: Fichas de laboratorio.....	58
Foto N° 19: Partículas de nanosilice	68
Foto N° 20: Extracción de material-Grava.....	68
Foto N° 21: Lavado de muestra de arena	69
Foto N° 22: Ensayo de peso específico y Absorción del agregado fino. .	69
Foto N° 25: Pesos Unitarios compactado, ensayo de agregado grueso.	71
Foto N° 26: Ensayo del peso específico de la grava.....	71
Foto N° 27: Ensayo de Humedad de los agregados.	72
Foto N° 28: Absorción de humedad del agregado grueso	72
Foto N° 29: Partículas de nanosilice listo para sustituir al cemento	73
Foto N° 30: Moldes de testigos de concreto.....	73
Foto N° 31: Ensayo de roturas de probetas de concreto a edad de 7 días	74
Foto N° 32: Ensayo de roturas de probetas de concreto a edad de 28 días	75

RESUMEN

En la actualidad en nuestro país por motivos de la pandemia del COVID – 19 la industria de la construcción ha tenido un receso histórico, desde el año pasado nos encontramos semiparalizados, esto nos dio la oportunidad de investigar nuevos materiales de construcción y como usarlo, esto nos permite la elaboración del concreto simple y también para la elaboración del concreto de alta resistencia con una calidad superior a los 420kg/cm², la utilización de insumos como las nano partículas en el sector de la construcción se viene dando con relativo auge, en esta oportunidad se estará realizando una investigación utilizando la nano partículas del dióxido de silicio como reemplazo parcial del cemento en la elaboración de una mezcla de concreto de alta resistencia con una calidad de F'c= 420 kg/cm².

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar las mejores características físicas y mecánicas del concreto de alta resistencia con una calidad de F'c = 420 kg/cm², en merito a que se ha sustituido en un 3%, 5%, 7% y 9% el cemento portland del tipo I por partículas de nano sílice, todas estas acciones tomando en cuenta los requerimientos técnicos de la normativa peruana.

Palabras claves – Partículas de nanosilice, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

Nowadays in our country for the covid-19 pandemic the building industry has had a historic break, since last year has been semi-paralyzed, this gave us the opportunity to investigate new building materials and the usage for the elaborate of simple concrete and also the preparation of high strength concrete with a quality higher than 420kg / cm². The usage of inputs such as nanoparticles in the construction sector has been taking place with a relative boom, this time an investigation will be carried out using silicon dioxide nanoparticles of as a partial replacement for cement in the elaboration of a concrete mixture of high resistance with a quality of F'c = 420 kg / cm².

The main objective of this research is to determine the best physical and mechanical characteristics of high-strength concrete with a quality of F'c = 420 kg / cm², due to the fact that it has been replaced by 3%, 5%, 7% and 9% Portland cement type I by silicon dioxide nanoparticles, all these actions taking into account the technical requirements of the Peruvian regulations.

Keywords - silicon dioxide nanoparticles, compressive strength.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Nivel Nacional

Molina y Chara (2017) en su proyecto de investigación denominado “Influencia de la adición de nanosilice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa”, nos menciona que tiene como objetivo principal establecer la influencia del uso del aditivo nanosilice en las propiedades del concreto fresco y endurecido. Para esto, se propuso diseñar mezclas de concreto según la metodología propuesta por el ACI 211.4 para las resistencias a la compresión de 420, 500, 600 y 700 kg/cm², utilizando tres tasas de dosificación de aditivo nanosilice de 0.8%, 1.0% y 1.2% en peso de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros como por ejemplo el revenimiento en el rango de 6 a 9 pulgadas para los concretos con aditivo y de 1 a 2 pulgadas para los concretos patrón (sin aditivo), que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia (p.15).

Escobedo (2014) en su proyecto de investigación denominado “Incidencia de la nanosilice en la resistencia mecánica del concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I”, la presente investigación los concretos de alta resistencia preparados con diferentes tratamientos de nanosilice (gaia nanosilice) en proporciones del 0.5%, 1.5% y 3.0% en base a un concreto patrón de $f'c = 600$ kg/cm² diseñado con un aditivo superplastificante (SIKAMENT 290 N), en una dosis del 1% en peso del cemento, el objetivo principal fue determinar en cuanto incrementa la resistencia mecánica a la compresión las diferentes dosis de nanosilice adicionadas en base al concreto patrón, los resultados obtenidos

fueron que a la edad de 7 días el concreto con adición de 1.5% de nanosilice alcanzó la resistencia máxima de $f'c = 619.97 \text{ kg/cm}^2$ y a los 28 días un $f'c = 785.30 \text{ kg/cm}^2$ siendo el incremento al concreto patrón de un 15% (p.07).

Nivel local

Chuzón y Ramírez (2020) en su proyecto de investigación “Diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}$ adicionando nanosilice para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2020”, donde propone una investigación con la adición de nanosilice en distintos porcentajes como son: 1%, 3% y 5% siendo analizados a edades de 7, 14 y 28 días, se determinó que el diseño óptimo de la mezcla que mejora la resistencia del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de acuerdo a los ensayos realizados el 1% a los 28 días de curado llegando alcanzar 213.9 kg/cm^2 .

1.2. BASES TEÓRICAS.

En la presente investigación se ha tomado cada uno de los insumos que participan en la fabricación de la mezcla concreto, por lo que hemos estudiado y analizado las diversas características de estos insumos, que reúnen la mezcla de concreto simple, uno de los componentes es el agregado grueso (piedra chancada de forma artificial), el otro componente es el agregado fino de la cantera del río Cumbaza, el tercer componente es el cemento portland del tipo I y el cuarto componente es el agua, el quinto componente son las partículas de nanosilice que va a trabajar como un elemento que trabajará activamente para elevar la resistencia a compresión. La actividad fundamental se da en las partículas de nanosilice, este elemento ha sustituido al cemento portland del tipo I, el cual está trabajando como variable independiente del presente proyecto de investigación, la variable dependiente se tendrá a la resistencia a compresión.

1.2.1. El cemento portland.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 (2013), el cemento se define como un aglomerante hidráulico producido mediante la pulverización del Clíinker, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio con una adición de yeso u otro material durante la molienda, el cemento portland se sub divide en 05 tipos: tipo I: de uso estándar, donde no demanda ninguna característica personal, usado en cualquier obra civil, tipo II: usado cuando se requiere de templado calor de hidratación y firmeza templada a la reacción de los sulfatos, tipo III: cemento de mayores firmezas iniciales, usado al pretender una ligera postura de asistencia a la distribución de concreto, tipo IV: cemento de menor calor de hidratación, usado en la producción de morteros fuertes; y tipo V: cemento de mejor firmeza a la agresión de los sulfatos, usado en lugares donde la existencia de los sulfatos es elevada.

1.2.2. El agregado fino (arena).

Son aquellas partículas cuyo material pasa en un 100% el tamiz 3/8, es decir se encuentran dispersos entre el tamiz N° 4 y tamiz N°200, según el tamaño de sus partículas pueden ser: arenas gruesas: las cuales vienen con tamaños de partícula entre el tamiz n°4 y n°10 y el módulo de finura > 3.0 , arenas medias, con tamaños de partícula entre el tamiz n°10 y n°40 y el módulo de finura $=2$, por último se tiene las arenas finas: Con tamaños de partícula entre el tamiz n°40 y n°200 y el módulo de finura < 2.0 (Walhoff 2016).

Tabla N° 1: Límites de porcentaje que pasa, agregado fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: Norma NTP 400.037

1.2.3. El agregado grueso (grava).

Son aquellos cuyo material pasa en un 100% el tamiz 3/8, es decir se encuentran dentro del tamiz N° 4 y tamiz N°200, según el tamaño de sus partículas pueden ser, arenas gruesas que viene con tamaños entre el tamiz n°4 y n°10 y el módulo de finura > 3.0; arenas medias, con tamaños de partícula entre el tamiz n°10 y n°40 y el módulo de finura =2.5, arenas finas con tamaños de partícula entre el tamiz n°40 y n°200 y el módulo de finura < 2.0 (Walhoff 2016).

1.2.4. El agua en la mezcla de concreto.

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad aglomerante (Gutiérrez 2003).

1.2.5. El nanosilice como aditivo.

Son partículas que varían de un tamaño desde un 1nm hasta 500nm, SiO₂ amorfa insolubles en agua, sus tamaños y el área superficial específica que se definen de acuerdo al proceso de síntesis (Bjornstrom, 2004).

1.2.6. El concreto.

Se define al concreto como una combinación de agregado grueso, agregado fino, cemento portland y agua; esta combinación nos permite elaborar un volumen adecuado cerrando los espacios vacíos, además es de suma importancia que los procesos de mezclado, transporte y curado respectivamente, se tiene la clasificación del concreto según su densidad tenemos un concreto liviano el cual tiene un peso unitario de 1440 a 1840 kg/m³, se tiene un concreto normal con un peso de 2240 a 2460 kg/m³, para un concreto pesado se tiene un peso unitario de 2800 a 600 kg/m³. Además, se tiene la clasificación del concreto por la forma de fabricarse se tiene el concreto elaborado en obra el cual es un concreto que se elabora en obra, utilizando la mano de obra no calificada para su fabricación en pequeños volúmenes, se utiliza maquinaria denominada liviana como son las mezcladoras de tambor que utilizan motores de dos tiempos, (Harmsen 2002).

1.2.7. Clasificación del concreto.

Se tiene al concreto simple el cual es una mezcla del cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino, deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar cubierto por la misma pasta, además se tiene al concreto armado cuando al concreto simple le agregas una armadura con acero refuerzo para soportar los esfuerzos de tracción y por último se tiene al concreto estructural el cual es un concreto simple cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado de acuerdo a especificaciones precisas que garanticen una resistencia mínima programada (Gutiérrez, 2003).

1.2.8. Ventajas del concreto.

La primera ventaja es la maleabilidad, la segunda es la continuidad de los elementos estructurales, la tercera es la alta resistencia al fuego y a las inclemencias climáticas, la cuarta ventaja es la fácil disponibilidad de los materiales los cuales tiene un bajo costo y por último se tendrá una resistencia a la compresión similar a la piedra natural (Gutiérrez, 2003).

1.2.9. Consideraciones Básicas para el Diseño de una Mezcla de Concreto.

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento, sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido, por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes, debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto (Walhoff 2016).

1.2.10. Información Requerida para el Diseño de una Mezcla de Concreto.

Análisis granulométrico de los agregados, peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso), peso específico de los agregados (fino y grueso) contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso), perfil y textura de los agregado, tipo y marca del cemento (Walhoff 2016).

1.2.11. Secuencia de Diseño de Mezcla.

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera la cual se detallará cada uno de ellos a continuación:

- a) Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
- b) Elección del Asentamiento (Slump).
- c) Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- d) Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- e) Selección de la relación agua/cemento (a/c).
- f) Cálculo del contenido de cemento.
- g) Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- h) Ajustes por humedad y absorción.
- i) Cálculo de proporciones en peso.

1.2.12. Resistencia a la compresión.

Es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras, la resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga. Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto elaborada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, f'_c , para la cual fue diseñada además debe cumplir con la NTP 339.034 y ASTM C39 (Walhoff 2016).

1.3. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS.

1.3.1. Cemento

Es el producto de la pulverización del clinker portland con la adición de sulfato de calcio, se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma

correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante, todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. (RNE E.060).

1.3.2. Tipos de Cemento.

Los cementos portland por lo general, se fabrican en cinco tipos, cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de las especificaciones de la norma ASTM C 150 los cuales son el cemento portland tipo I: para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo, cemento portland tipo II: para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación, cemento portland tipo III: para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales, cemento portland tipo IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación y el cemento portland tipo V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos NTP 334.009 (2013).

1.3.3. Relación de Agua/Cemento (A/C).

La relación agua / cemento constituye un parámetro importante de la composición del hormigón, tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto, la relación agua / cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del concreto, de esta relación dependen la resistencia y la durabilidad del concreto, así como los coeficientes de retracción y de fluencia, otra características es que mejora la estructura interna de la pasta de cemento endurecida. La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento que se encuentran en el concreto (Walhoff 2016).

1.3.4. Slump.

Es un ensayo que se realiza a la mezcla de concreto fresco para determinar su consistencia o fluidez y que cumpla con los parámetros establecidos según la normativa peruana. Este ensayo se coloca la mezcla de concreto en el molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y luego de retirar el molde, se mide el asentamiento que experimenta la masa de concreto colocada en su interior, la presente edición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón (Walhoff 2016).

1.3.5. Características del cemento.

Según Rivva López (1992), el cemento empleado para la preparación de concreto deberá cumplir con los requisitos de las siguientes normas: los cementos portland normal Tipo 1, I1 o V respectivamente con las normas INTITEC 334.009, 334.038 o 334.040, o con la Norma ASTM C 150; los cementos portland puzolánicos Tipo 1P y 1PM deberán cumplir con los requisitos de la Norma INTITEC 334.044 o con la Norma ASTM C 595, si la desviación estándar se ha calculado basándose en los resultados de ensayos de concretos preparados con cementos del mismo tipo pero de diferente marcas, el criterio a ser aplicado puede no ser tan exigente. (pag.15).

1.3.6. Aditivos.

Según Rivva López (1992), se define a un aditivo como un material distinto del agua, del agregado o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a éste antes o durante el mezclado a fin de modificar una o algunas de sus propiedades, los aditivos a ser empleados en la mezcla de concreto deberán cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 339.086, su

uso está limitado por lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto y por la autorización de la inspección.(pag.26).

1.3.7. Almacenamiento en obra.

Según Rivva López (1992), en el almacenamiento del cemento se deberá tomar las siguientes precauciones: el almacenamiento y manipulación del cemento deberá efectuarse de manera que siempre sea posible su utilización de acuerdo a su orden de llegada a la obra; el concreto el bolsas se almacenará en un lugar techado adecuadamente ventilad, fresco y libre de humedad; los agregados se almacenarán de manera de impedir la segregación de los mismos, su contaminación con otros materiales o su mezclado con agregados con diferente granulometría; los aditivos serán almacenados siguiendo las recomendaciones del fabricante, debiendo evitarse la contaminación, evaporación o deterioro de los mismos. (pag.28).

1.3.8. Propiedades del concreto - Trabajabilidad.

Según Rivva López (1992), se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual deteriora su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad, así como para ser acabado sin que se presente segregación; ésta definición involucra conceptos tales como capacidad de moldeo, cohesividad y capacidad de captación, asimismo la trabajabilidad involucra el concepto de fluidez con énfasis en la plasticidad y uniformidad dado de ambas tienen marcada influencia en el comportamiento y apariencia final de la estructura. (pag.31).

1.3.9. Propiedades del concreto - Consistencia.

Según Rivva López (1992), la consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez

de la mismas entendiéndose con ello que cuanto más humedad es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación, la está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad, así por ejemplo una mezcla muy trabajable para pavimentos puede ser muy consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica, la normas alemanas clasifican al concreto de acuerdo a su consistencia en tres grupos: concretos consistentes o secos, definidos como aquellos de los cuales tienen el grado de humedad necesario como que al apretarlo con la mano queda adherida a esta la lechada del cemento; los cementos plásticos, son aquellos que contienen el agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa y los concretos fluidos son aquellos que han sido amasados con tanta agua que la mezcla fluye como una pasta blanda. (pag.34).

1.3.10. Propiedades del concreto - Resistencia.

Según Rivva López (1992), la resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse, es considerada como una de las más importantes del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo, pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades tales como la durabilidad, permeabilidad o resistencia al desgaste pueden ser tanto o más importante que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra; en general prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y en muchos casos es en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica.(pag.36).

1.3.11. Propiedades del concreto - Durabilidad.

Según Rivva López (1992), el concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo, aun en aquellas

condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural, por tanto se define como concreto durable a aquel que puede resistir en grado satisfactorio los efectos de las condiciones de servicio a las cuales está sometido; entre los agentes internos o externos capaces de atentar contra la durabilidad del concreto se encuentran los procesos de congelación y deshielos, los de humedecimiento y secado, los de calentamiento y enfriamiento, la acción de agentes químicos especialmente cloruros y sulfatos y la de aditivos descongelantes; el empleo de relaciones de agua-cemento bajas deberá prolongar la vida del concreto al reducir el volumen de poros capilares, incrementar la relación gel-espacio y reducir la permeabilidad y absorción, disminuyendo por todas las razones expuestas la posibilidad de penetración de agua o líquidos agresivos.(pag.39).

1.3.12. Concreto de alta resistencia.

El Comité 363 del American Concrete Institute ACI presenta un concepto para concretos de alta resistencia. “Es un concreto que cumple con la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad, combinación que no puede ser rutinariamente conseguida usando solamente los componentes tradicionales y las prácticas normales de mezcla colocación y curado”.

Además define a un concreto de alta resistencia como aquel que alcanza una resistencia igual o superior a los 420 kgf/cm² a los 28 días, usualmente estos concretos son considerados como del alto desempeño, sin embargo para cumplir esta condición deben poseer además otras características como son una adecuada trabajabilidad y durabilidad. La producción de un concreto de alta resistencia requiere de un mayor estudio así como un control de calidad más exigente en comparación con un concreto convencional. Pero para la

obtención de este mismo se requiere de la incorporación de aditivos como son la nanosílice, microsílice y superplastificante.

Según Nilson (1999), la aplicación más común del concreto de alta resistencia ha sido en las columnas de edificios altos donde el concreto normal resultaría en secciones transversales inaceptablemente grandes, con las pérdidas de espacio valioso de piso útil, se ha demostrado que la utilización de mezclas de concreto de alta resistencia, aunque más costosa, no solamente aumenta el área de piso utilizable, sino que también resulta más económico que aumentar la cantidad de acero de refuerzo. (pag.42).

1.3.13. Sílice

Según Rivva López (1992) define al sílice es el nombre dado a un grupo de minerales compuestos de silicio y oxígeno, los dos elementos más abundantes en la corteza terrestre. La forma más frecuente de presentación es en forma cristalina, y más raramente en estado amorfo (p. 30)

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

La demanda cada vez mayor de espacio y el crecimiento acelerado del sector de la construcción en la ciudad de Tarapoto, está obligando a los constructores y diseñadores a pensar en el crecimiento vertical como la opción más viable a esta problemática, es por ello que estos últimos años se están construyendo edificios cada vez más altos y con solicitaciones mucho más exigentes.

Debido a esta demanda, se plantea realizar una investigación en el uso de nanosilice para mejorar las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto; debido a que hay muy poco antecedente del uso de este material, en la ciudad de Tarapoto que tiene un clima cálido y lluvioso, además de agregados de diferentes localidades que afecta proporcionalmente las propiedades del concreto. Logrando obtener un concreto de alta resistencia por encima de los 420 kg/cm², se podrá aumentar los niveles en los edificios (edificios más altos), reducir las dimensiones de elementos estructurales, optimizando los espacios.

El avance acelerado en la tecnología de nuevas materias primas en la elaboración de aditivos y adiciones hace posible la producción de concretos con mejores propiedades de resistencia y durabilidad, hace unos años se hablaba de la Microsílice como componente indispensable para lograr concretos de alta resistencia, la Microsílice es un polvo muy fino que posee propiedades físicas y químicas increíbles, resumidas en su alta reactividad puzolánica.

En merito a los antecedentes mencionados se va a realizar la presente investigación en donde se va utilizar las partículas del nanosilice el cual va a reemplazar parcialmente al cemento portland

tipo I, para mejorar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia en la ciudad de Tarapoto.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.2.1. Formulación del Problema del General.

¿Cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto en comparación con el concreto convencional?

2.2.2. Formulación de los Problemas Específicos.

¿Cómo influye el empleo de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 3% como reemplazo parcial del cemento tipo portland I comparado con el concreto con una calidad de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Cómo influye la aplicación de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Cómo la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con una proporción del 7% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Cómo la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con una proporción del 9% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia en comparación con el concreto con una calidad de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.

2.3.2. Objetivos Específicos.

Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 3% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.

Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% como sustitución del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.

Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 7% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.

Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 9% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.

2.4. HIPOTESIS.

2.4.1. Hipótesis general.

Al sustituir el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en el concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión.

2.4.2. Hipótesis Específicas.

Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en un porcentaje del 3.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por nano partículas en un porcentaje del 5.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por nanopartículas en un porcentaje del 7.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en un porcentaje del 9.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

2.5. VARIABLES.

2.5.1. Identificación de Variables.

2.5.1.1. Variable Independiente (VI).

Porcentaje de partículas de nanosilice.

2.5.1.2. Variable Dependiente (VD).

Resistencia a compresión del concreto de alta de resistencia
 $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de Variables.

En el presente proyecto investigación se expondrá la definición de la variable independiente (porcentaje de partículas de nanosilice en el concreto alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$) y la variable dependiente (resistencia a compresión en el concreto de alta resistencia de calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla N° 02: Definición Conceptual de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
VI: Porcentaje de Partículas de Nanosilice.	Es el insumo que permitirá aumentar la resistencia a compresión del concreto, debido que en su composición física presenta un gran porcentaje de partículas de nanosilice. La cual se agregará 3%, 5%, 7% y 9% del volumen de la mezcla de concreto.
VD: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$	Es una medida más común de desempeño y esfuerzo, se calcula utilizando probetas, cilíndricas de diámetros de 150 mm y altura 300 mm de concreto en una máquina de ruptura de compresión, y se reportan generalmente en kg/cm^2 , (NTP 399-601, 2006)

Fuente: Elaboración propia de los investigadores

2.5.3. Operacionalización de Variables.

Tabla N° 03: Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición
Porcentaje De Partículas de Nanosilice	Son nanopartículas amorfas insolubles en agua, el tamaño, la distribución de los tamaños y el área superficial específica son procesos que se definen de acuerdo al proceso de síntesis.	Se sustituirá en 3%, 5%, 7% y 9% del cemento del tipo extraforte por la partículas de nanosilice, en las mezclas de concreto de alta resistencia para las probetas correspondientes y consecuentemente, se medirá los valores de la resistencia del concreto.	Características físicas y químicas de las partículas de nanosilice	Densidad	Kg/m ³
				Superficie	cm ²
				Resistencia a la compresión.	Kg/cm ²
				Espectrofotometría de absorción	%
			3%, 5%, 7% y 9% de partículas nanosilice como reemplazo del cemento portland tipo extraforte	Cemento Portland (100%, 97%, 95%, 93% y 91%)	%
				Agregado Grueso (100%)	%
				Agua (100%)	%
				Partículas de nanosilice (3%, 5%, 7% y 9%) Aire: 0%	%
				Plastificante (2%)	%

Resistencia a compresión De alta resistencia f'c=420 Kg/cm2	En este ensayo se determinará la compresión del concreto de los testigos cilíndricos hechos en laboratorio o en campo, las probetas serán de 150 x 300 mm, los resultados se utilizan generalmente para verificar la propiedad de la resistencia a compresión.	Se elaborarán un total de 70 probetas. El primer grupo tendrá una adición del 3.0% de fibra de vidrio, el segundo grupo tendrá una adición del 5.0% de fibra de vidrio, el tercer tendrá una adición del 7% y 9% de nanosilice además del grupo de control con calidad de f'c = 420 kg/cm2.	Características de los agregados	Contenido de humedad	%
				Granulometría	%
				Peso específico	Kg/cm ³
				Peso unitario	N/m ³
				Absorción.	%
			Resistencia a la compresión.	Rotura de probetas a los 7, 28, días, con curado en agua.	Kg/cm ²
			Costos y Presupuestos	Metrado	glb
				Costos unitarios	S/.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo de Investigación.

Para este proyecto nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo y su desarrollo corresponde a un estudio cuantitativo experimental, porque se trabajan con variables que se pueden predecir para la población, esta proyecto está reservado a resolver un problema con respecto a la resistencia a compresión que es la que es una cualidad del concreto simple o concreto de alta resistencia, se pretende elevar esta resistencia adicionado partículas de nanosilice en reemplazo del cemento portland tipo extraforte y de esa forma elaborar el concreto una mejor resistencia a la compresión.

Este tipo investigación cuantitativo, tiene como finalidad conocer entre varios conceptos, categoría o variables, la finalidad principal de estas investigaciones es determinar el comportamiento las variables, al determinar el comportamiento de estas variables relacionadas; al predecir el valor preciso del grupo poblacional de probetas cilíndricas que en este caso son 64 unidades de concreto con calidad $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, al que se les ha adicionado partículas de nanosilice en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% respectivamente y por otro lado se tiene 06 probetas con 0% de porcentaje de nanosilice, dichos resultados del esfuerzo a compresión serán evaluados con la probetas de concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ con 0% de partículas de nanosilice.

3.1.2. Diseño de Investigación

Los investigadores deben visualizar de manera precisa la interrogantes de la investigación, además de cubrir los objetivos determinados, esto conlleva seleccionar uno o más diseños de

investigación y aplicarlos al contexto particular del estudio, el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener información que se desea. (Hernández y Collado, 2014).

Si cambiamos la cantidad del porcentaje de cemento en una mezcla de concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, mediante la sustitución de parcial del nanosilice, estos resultados serán confrontados con las normas peruanas actuales, así como también con el concreto $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ sin sustitución de nanosilice.

El diseño de investigación es cuantitativo - experimental con grupo control, a continuación, se detalla el diseño:

Tabla N° 04: Diseño de la Investigación

GE (1)	X1 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 3% de nanosilice)	O1(7d)	X1 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 3% de nanosilice)	O1(28d)
GE (2)	X2 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 5% de nanosilice)	O1(7d)	X2 (concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionado el 5% de nanosilice)	O2(28d)
GE (3)	X3 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 7% de nanosilice).	O3(7d)	X3 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 7% de nanosilice).	O3(28d)
GE (4)	X4 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 9% de nanosilice)	O4(7d)	X4 (concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 9% de nanosilice)	O4(28d)
GC (1)	(concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ sin utilizar nanosilice)	O1(7d)	(concreto $f'c=420\text{kg/cm}^2$ sin utilizar nanosilice)	O1(28d)

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Donde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (concreto $f_c=420\text{kg/cm}^2$ sin utilizar partículas de nanosilice).

X1: Concreto $f_c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 3% de partículas de nanosilice.

X2: Concreto $f_c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 5% de partículas de nanosilice.

X3: Concreto $f_c=420\text{kg/cm}^2$ adicionado el 9% de partículas de nanosilice.

O1, O2, O3, O4: Medición.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.**3.2.1. Población**

Son los objetos que durante la investigación se estudian para descubrir algo que beneficio a la sociedad. La población o universo está formado por especímenes de laboratorio, personas, objetos o animales. El universo de esta investigación está clasificado por cuatro grupos, los cuales se obtienen de los resultados de los esfuerzos de la resistencia a compresión en un tiempo de 7, y 28 días.

3.2.2. Muestra.

Según Hernández (2014), se refiere que es el grupo de todas las cosas que tienen características similares, la población estará constituido por 64 probetas cilíndricas de concreto con la aplicación de las partículas de nanosilice y 6 unidades de probetas de concreto de calidad $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ sin adición de partículas de nanosilice.

Tabla N°05: Población y muestra.

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN -PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS CON ADICIÓN DE PARTICULAS DE CENIZA DE CASCARRILLA DE ARROZ

EDADES	0%	3%	5%	7%	9%
7 días	3 probetas	8 probetas	8 probetas	8 probetas	08 unidades
28 días	3 probetas	8 probetas	8 probetas	8 probetas	08 unidades
TOTAL					70 unidades

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.

Cuando se aplican los instrumentos de medición y recolección a los datos que representan las oportunidades para el investigador de confrontar el trabajo de investigación y la programación con los hechos (Sampieri 2014).

En esta investigación, una de las técnicas que se usará es la de recolección de datos que corresponde a la observación, y se utilizará fichas para recolectar información de los diferentes ensayos realizados para luego realizar un análisis e interpretación de datos.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.

Se tiene como factor de medición el metro, el cual es una de las herramientas más utilizadas para el investigador que está realizando una investigación, así mismo es posible realizar mediciones la información para hacerlo más preciso y ordenada, se debe determinar e indicar el instrumento utilizados (Yuni y Urbano, 2006).

Las variables de estudio de participan de la investigación tanto independiente como dependiente serán analizadas y desarrolladas en

el centro de investigaciones y en el laboratorio de suelos manejando formatos de acuerdo a la normativa peruana.

Tabla N° 06: Técnicas de recolección de datos e instrumentos.

Técnicas de recolección de datos	Instrumentos	Fuente
Ensayo de contenido de humedad.	Formatos de ensayos estandarizados y validados.	NTP 399.127
Ensayo de peso unitario.		ASTM C 29
Ensayo de peso específico.		ASTM C 128
Ensayo de granulometría.	Equipos calibrados.	ASTM C 33-83
Diseño de mezclas.		ACI 211.1
Ensayo de resistencia a la compresión.		ASTM C 39-2004

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

3.4. PROCESAMIENTO Y RECOLECCION DE DATOS.

La acción que más preponderancia que tiene proyecto de investigación es buscar, diseñar y elaborar un concreto de calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, en donde la resistencia a compresión se eleve como mínimo a $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para esto ubicamos el lugar de donde se sacaran los agregados tanto para el agregado fino (arena) como el agregado grueso, luego se procederá con el ensayo de granulometría, contenido de humedad, absorción, peso específico, peso unitario, peso específico suelto y peso específico varillado para determinar sus propiedades físicas en función a la norma técnica peruana vigente, luego se ha obtenida las partículas de nanosilice de un proveedor certificado. Siguiendo el proceso se limpian las probetas y preparamos las cantidades del concreto respecto al diseño de mezclas en coordinación por el ACI 211.1. Una vez realizado la dosificación y mezcla de los materiales, se inicia con la disposición del diseño patrón a preparar por 6 unidades en las probetas de 6"x12", luego adicionamos los porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% de nanoparticulas de sílice, en el muestreo de las 64 unidades de

cilindros, luego de la elaboración colocamos las 70 unidades de probetas cilíndricas a un proceso de curado para zambullir en agua por 7 y 28 días, los cilindros serán sometidos a la prueba de compresión de acuerdo a sus edades de curado con la intención de precisar su resistencia programado según el diseño de investigación y llegar a su resistencia de diseño óptima.

3.4.1. Revisión bibliográfica.

Se procede a determinar los numerosos recursos para los diferentes ensayos de identificación y consecución de muestras, asimismo para la obtención de las propiedades de los materiales que influyen en la elaboración del concreto de calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, para esto se ha explorado los libros y bibliotecas virtuales.

3.4.2. Ubicación de las canteras de agregados.

Los agregados: piedra chancada del Río Huallaga y arena del Cumbaza sector San Martín de Cumbaza fueron adquiridos en la CONCRETERA & SERVICIOS AMAZONICA S.A.C. y trabajados en la empresa Grupo 4D Ingeniería S.A.C. especialistas en el área de mecánica de materiales, suelos y asfaltos. Los trabajadores de la empresa realizaron la mayor parte de los ensayos solicitados para el diseño y elaboración del concreto de calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

3.4.3. Agregado Grueso.

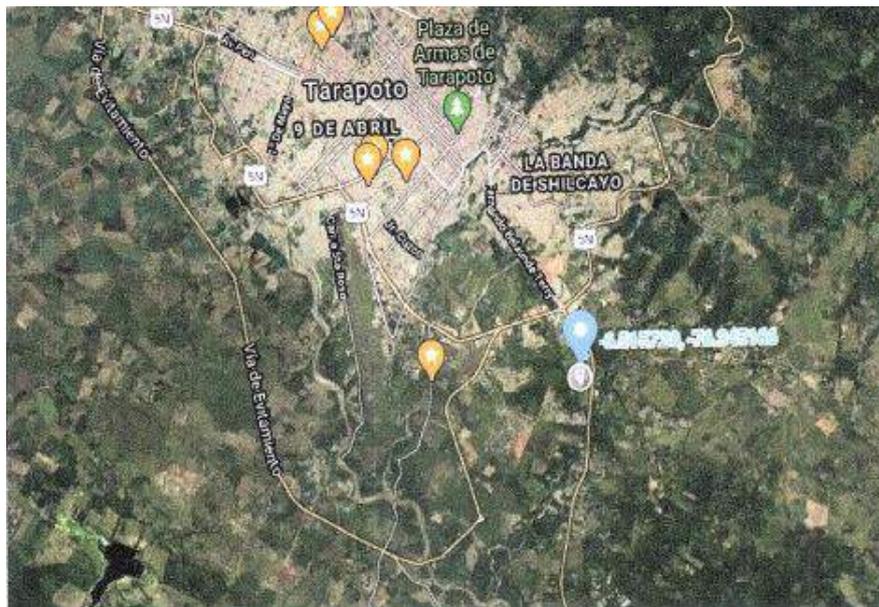
Mediante procesos mecánicos se ha transformado en piedra triturada con un tamaño máximo nominal de $3/4''$, proceso se ha realizado en las instalaciones de CONCRETERA & SERVICIOS AMAZONICA S.A.C.

Ubicación Geográfica de la Cantera

Tabla N°07: Lugar donde se ubica la cantera de agregado grueso.

Coordenada UTM	
Coordenada Este:	6.515720 m E
Coordenada Oeste:	76.345166 m O

Figura N° 01: Ubicación Geográfica.



3.4.4. Agregado fino (arena)

Se ha utilizado los agregados del río Cumbaza en su estado natural, la cual ha sido llevada en su estado natural y luego mediante procesos mecánicos se ha realizado la limpieza y secado correspondiente.

Ubicación Geográfica de la Cantera

Tabla N°08: Lugar donde se ubica la cantera del río Cumbaza

Coordenada UTM	
Coordenada Este:	358162, 3 m E
Coordenada Oeste:	743103, 4 m O.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Para este capítulo se trabaja nuestros objetivos, para determinar cómo influye las partículas de nanosilice en su relación con la resistencia a compresión del concreto $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir proporciones en porcentajes de 3%, 5%,7% y 9%. La confección de grupos prácticos experimentales para los porcentajes mencionados que se efectuaron en las instalaciones del Grupo 4D Ingeniería SAC, su especialidad está en el área de mecánica de suelos, concreto y asfalto.

4.1. ENSAYO DE LOS AGREGADOS

Para realizar el ensayo de agregados se procedió a realizar los ensayos de contenido de humedad, granulometría, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado y peso específico

4.1.1. Contenido de humedad (%w)

Los materiales, equipos y herramientas que utilizamos son los siguientes:

- Balanza graduada (gr)
- Taras
- Cucharon metálico
- Horno eléctrico de secado a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$
- Utensilios para manipulación de recipientes: guantes

Proceso del ensayo

- Se realiza el cuarteo, para seleccionar la muestra de acuerdo a la norma.
- Se pesó las muestras en estado natural (peso húmedo).

- Se puso a secar la muestra en el horno $T = 110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$
- Se pesó las muestras (peso seco).

Agregado fino

- Peso inicial húmedo	=	7946 gr
- Peso inicial seco	=	7497 gr
- % Humedad (w)	=	5.99%

Agregado grueso

- Peso inicial húmedo	=	7788 gr
- Peso inicial seco	=	7711 gr
- % Humedad (w)	=	1.00%

4.1.2. Granulometría de Ensayo de agregado fino – (ASTM C33) y MF y Agregado grueso y TMN

Material y Equipos

- Balanza Graduada
- Horno eléctrico de secado a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$
- Juego de Tamices.
- Cucharon Metálico
- Bandeja Metálica.

Procedimiento de ensayos

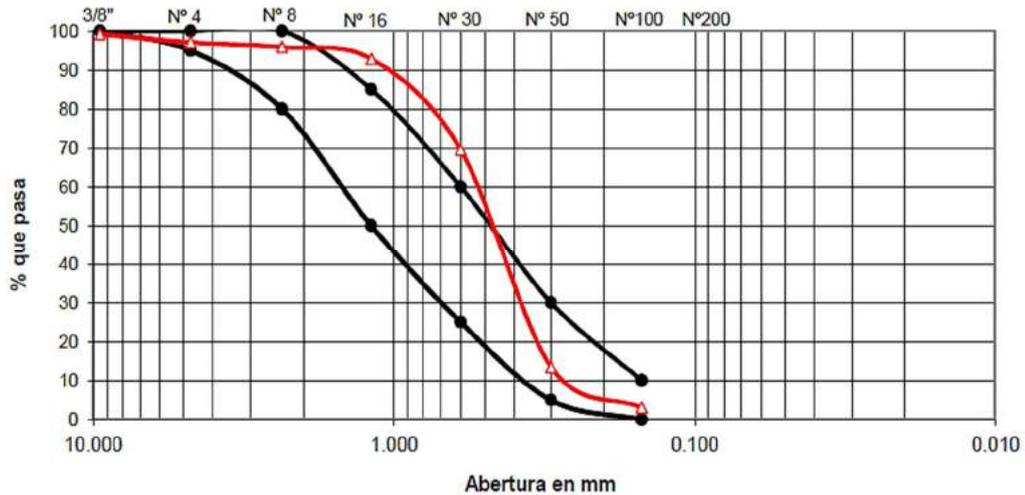
- Se seleccionó la muestra del agregado mediante el método de cuarteo
- Se pesó el agregado descontando el peso de la tara
- Se realizó el secado del material en el Horno eléctrico $T = 110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{ C}$)
- Luego se realizó el tamizado y se pesó el material retenido en cada Tamiz.

Tabla N°09: Granulometría de agregado fino

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1/2"	12.250						CANtera:
3/8"	9.500	9.2	0.9	0.9	99.1	100	TAMAÑO MAX. : 1/2
#4	4.750	21.4	2.0	2.9	97.1	95 - 100	PESO TOTAL : 1050.0 gr
#8	2.360	12.9	1.2	4.1	95.9	80 - 100	
#16	1.190	31.7	3.0	7.2	92.8	50 - 85	
#30	0.600	245.1	23.3	30.5	69.5	25 - 60	MODULO DE FINEZA : 2.28
#50	0.300	588.3	56.0	86.5	13.5	5 - 30	
#100	0.150	109.4	10.4	97.0	3.0	0 - 10	% HUMEDAD : 5.99%
< #200	FONDO	32.0	3.0	100.0			
		1050.0					

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

Imagen N° 02: Grafica de curva granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

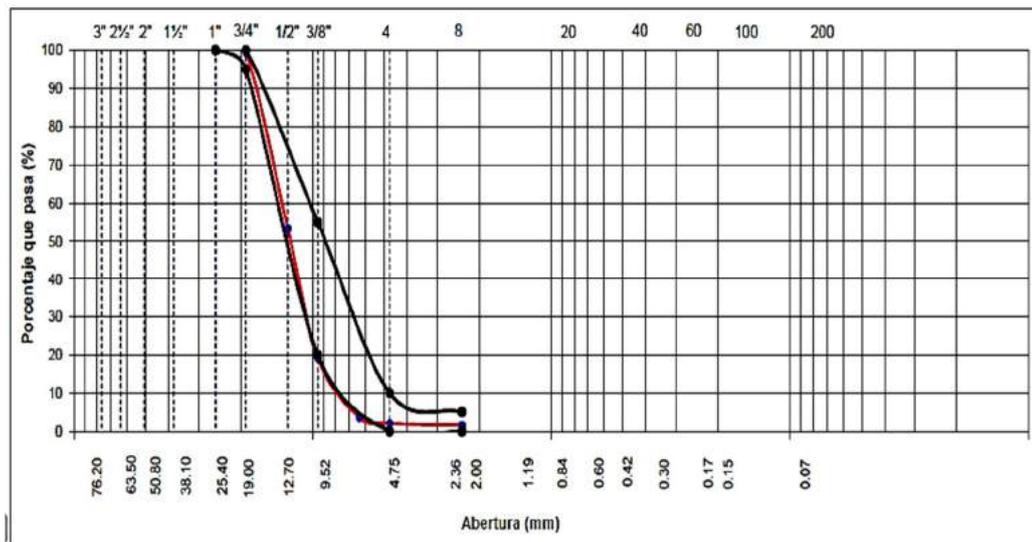
MF = 2.28

Tabla N°10: Granulometría de agregado Grueso

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION RELLENO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Piedra : 7624.60 gr
2 1/2"	63.500						Peso arena : 163.40 gr
2"	50.800						Peso Inicial : 7788.00
1 1/2"	38.100						% De Piedra : 97.90%
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.00	100 100	% De arena : 2.10%
3/4"	19.000	58.6	0.8	0.8	99.25	95 100	
1/2"	12.700	3569.0	45.83	46.58	53.42		
3/8"	9.500	2666.0	34.23	80.81	19.19	20 55	
1/4"	6.350	1212.0	15.56	96.37	3.63		
N° 4	4.750	119.0	1.53	97.90	2.10	0 10	% Humedad : 1.00%
N° 8	2.360	35.0	0.45	98.35	1.65	0 5	
< N° 200	FONDO	51.4	0.66	99.01	0.99		

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

Imagen N°03: Grafica de curva granulométrica de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

$$\text{TMN} = \frac{3}{4}''$$

4.1.3. Peso unitario suelto y compactado de los agregados (ASTM C29)

Material y Equipos

- Balanza graduada
- Cucharon metálico
- Taras
- Varilla compactadora y comba de caucho para el peso unitario compactado

Procedimiento para el peso unitario suelto

- Se tomó los datos de las taras
- se colocó el agregado dentro de las taras
- Luego se pesó el agregado + la tara en una balanza graduada.
- Finalmente se calculó

Para el agregado fino y grueso se realizó el mismo procedimiento.

Procedimiento para el peso unitario compactado

- Se recopiló los datos y se llenó las taras aplicando la compactación
- Luego se pesó el material + la tara
- Finalmente se calculó los datos.

Para el agregado fino y grueso se realizó el mismo procedimiento.

Tabla N°11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	9359	9369	9377	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	
PESO DEL AGREGADO NETO	3044	3054	3062	
VOLUMEN DEL MOLDE	2124	2124	2124	
PESO UINITARIO SUELTO	1.433	1.438	1.442	1.438

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	9689	9687	9693	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	
PESO DEL AGREGADO NETO	3374	3372	3378	
VOLUMEN DEL MOLDE	2124	2125	2126	
PESO UINITARIO COMPACTADO	1.589	1.587	1.589	1.588

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

Tabla N°12: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	24759	24788	24771	
PESO DEL MOLDE	5420	5420	5420	
PESO DEL AGREGADO NETO	19339	19368	19351	
VOLUMEN DEL MOLDE	14157.42	14158.42	14159.42	
PESO UINITARIO SUELTO	1.366	1.368	1.367	1.367

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	25987	26033	26011	
PESO DEL MOLDE	5420	5420	5420	
PESO DEL AGREGADO NETO	20567	20613	20591	
VOLUMEN DEL MOLDE	14157.42	14158.42	14159.42	
PESO UINITARIO COMPACTADO	1.453	1.456	1.454	1.454

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

4.1.4. Peso específico y absorción

Agregado fino (ASTM C128)

▪ Material y Equipos

- Molde de cono truncado
- Balanza graduada
- Fiola
- Taras
- Horno eléctrico de secado a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$

▪ Procedimiento

- Se seleccionó y se saturó la muestra por 24 horas
- Se secó el agregado hasta que se encuentre en estado Saturado Superficialmente Seco.
- Luego el llenado del cono metálico se realizó aplicando una compactación con 25 golpes.
- A continuación se pesó la fiola vacía y se llenó el agregado fino.
- Finalmente se pesó el agregado fino + fiola + agua.

Tabla N°13: Peso específico y absorción del agregado fino

MALLA N°4 <					
	IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
W A V	Peso de la arena superficialmente seca	500.0	500.0	500.0	
	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	1865.0	1863.0	1868.0	
	Peso del balon	1001.8	996.8	1002.1	
	Peso del agua	363.2	366.2	365.9	
	Peso de la arena seca al horno	498.2	497.9	498.3	
	Volumen del balon	553.0	556.0	555.0	
	Peso específico de masa $A/(V-W)$	2.625	2.623	2.635	2.63
	Peso específico de masa superficialmente $500/(V-W)$	2.634	2.634	2.644	2.64
	Peso específico aparente $A/((V-W)-(500-A))$	2.650	2.653	2.659	2.65
	Porcentaje de absorción $(500-A) \times 100/A$	0.361	0.422	0.341	0.37

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

Agregado grueso (ASTM C127)

Material y Equipos

- Molde de cono truncado
- Balanza graduada
- Taras
- Horno eléctrico de secado a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$

Procedimiento

- Se inició seleccionando el agregado grueso y se saturó por 24 horas.
- Luego se puso a secar al agregado hasta que se encuentre en estado Saturado Superficialmente Seco.
- A continuación con una canastilla se sumergió en el agua.
- Finalmente se retiró el agregado y se puso a secar en el Horno eléctrico a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ durante 24 horas.

Tabla N°14: Peso específico y absorción del agregado grueso

MALLA N°4 >					
	IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso de la muestra secada al horno	3257.20	3516.40	3410.60	
B	Peso de la muestra superficialmente seca	3265.60	3525.30	3419.50	
	Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	2928.60	3090.20	3025.70	
	Peso de la canastilla	892.30	892.30	892.30	
C	Peso de la muestra saturada en agua	2036.30	2197.90	2133.40	
	Peso específico de masas A/(B-C)	2.650	2.649	2.652	2.65
	Peso específico de masa superficialmente seco B/(B-C)	2.656	2.656	2.659	2.66
	Peso específico aparente A/(A-C)	2.668	2.667	2.670	2.67
	Porcentaje de absorción (B-A)X100/A	0.258	0.253	0.261	0.26

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras.

4.1.5. Diseño de mezcla

- ✚ Se ha determinado como influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 3% (mezcla patrón) como sustitución del cemento portland extrafuerte. La exposición de los componentes

del diseño de la mezcla de concreto simple con calidad $f'c = 420$ kg/cm² el primer objetivo de esta investigación.

Tabla N° 15: Resultados de la mezcla N° 01 (experimental al 3%)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	35,126.93 gr.	Cemento	35,126.93 gr.
Agua de diseño	11,520.00 ml.	Agua efectiva	9,706.70 ml.
Agregado fino	30,186.67 gr.	Agregado fino	32,000.00 gr.
Agregado grueso	46,400.00 gr.	Agregado grueso	46,613.30 gr.
Nanosilice	1,086.40 gr.	Nanosilice	1,086.40 gr.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir en un tiempo de 7 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420$ kg/cm² y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas

Tabla N° 16: Rotura del de grupo experimental (3%) de nanosilice a la edad de 7 días.

MUESTRA	NANO SILICE (APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	135.80	181.0	97.91	23.31
2	135.80	186.5	125.36	29.85
3	135.80	176.0	143.91	34.27
4	135.80	179.8	102.17	24.33
5	135.80	176.2	135.38	32.23
6	135.80	177.4	137.13	32.65
7	135.80	181.2	132.60	31.57
8	135.80	170.4	141.60	33.71

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Ahora se tiene los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir para un tiempo de 28 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas

Tabla N° 17: Rotura del de grupo experimental (3%) de nanosilice a la edad de 28 días.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	% DE RESISTENCIA
1	135.80	176.2	157.45	37.49
2	135.80	182.7	152.64	36.34
3	135.80	181.0	155.93	37.13
4	135.80	177.9	181.01	43.10
5	135.80	177.7	157.72	37.55
6	135.80	179.8	158.85	37.82
7	135.80	176.2	168.74	40.18
8	135.80	177.4	164.41	39.15

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Calculo de los indicadores estadísticos para esta proporción se tiene los siguientes resultados.

Tabla N° 18: Estadísticos Descriptivos para 3% a 7 Días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Maximo Valor
Nanosilice	08	135.80	0.00	135.80	135.80
Resistencia a Compresión	08	127.01	17.60	107.97	143.91

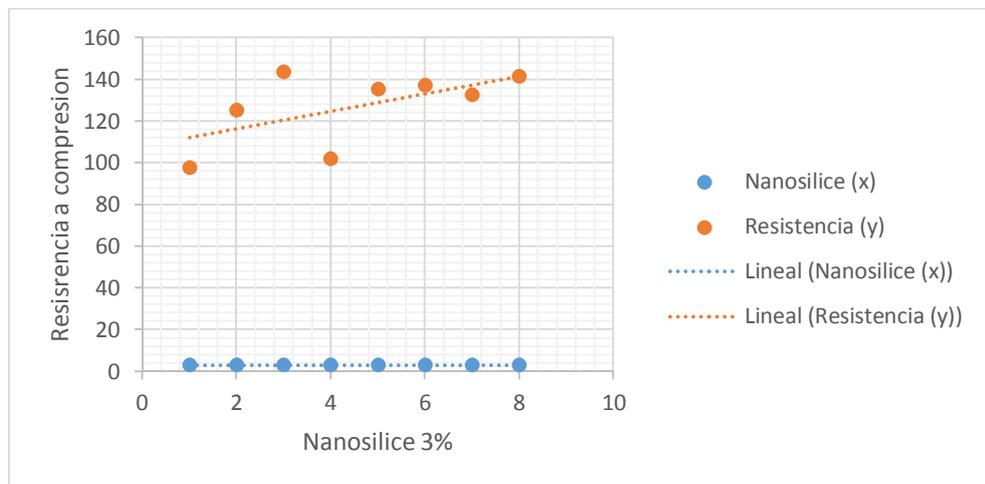
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 19: Estadísticos Descriptivos para 3% a 28 Días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Maximo Valor
Nanosilice	08	135.80	00.00	135.80	135.80
Resistencia a Compresión	08	162.09	9.15	158.28	181.01

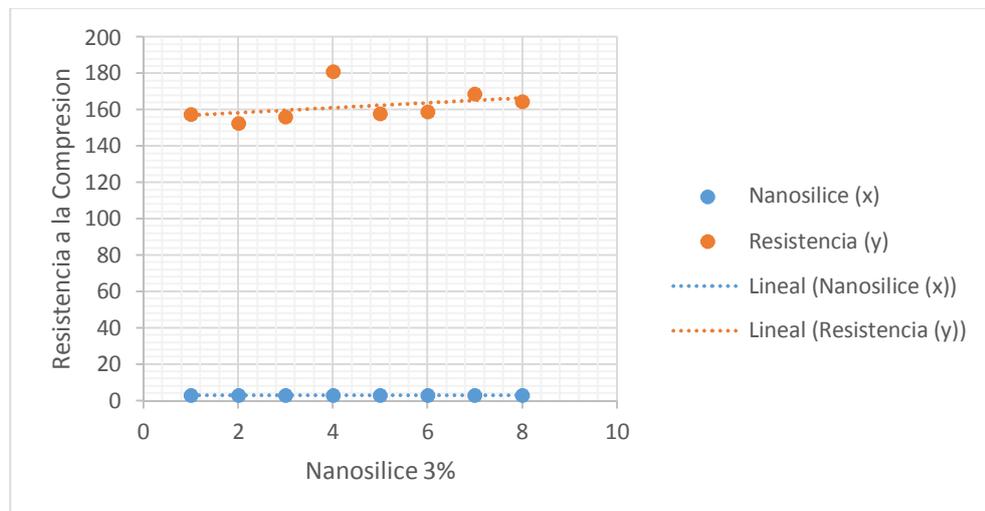
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 04: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 3% nanosilice a los 7 días de curado.



Fuente: Elaboración propias de los tesisistas.

Figura N° 05: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 3% nanosilice a los 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propias de los tesisistas.

- ✚ Para el objetivo N° 2 se ha determinado como influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% (mezcla patrón) como sustitución del cemento portland extrafuerte. La exposición de los componentes del diseño de la mezcla de concreto simple con calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 20: Resultados de la mezcla N° 02 (experimental al 5%)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	34,402.63 gr.	Cemento	34,402.63 gr.
Agua de diseño	11,520.00 ml.	Agua efectiva	9,706.70 ml.
Agregado fino	30,186.67 gr.	Agregado fino	32,000.00 gr.
Agregado grueso	46,400.00 gr.	Agregado grueso	46,613.30 gr.
Nanosilice	1,810.70 gr.	Nanosilice	1,810.70 gr.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir en un tiempo de 7 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas.

Tabla N° 21: Rotura del de grupo experimental (5%) de nanosilice a la edad de 7 días.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	226.34	178.6	75.14	17.89
2	226.34	179.8	67.08	15.97
3	226.34	180.5	69.19	16.47
4	226.34	181.2	71.29	16.97
5	226.34	176.0	65.96	15.71
6	226.34	181.0	72.66	17.30
7	226.34	177.9	66.16	15.75
8	226.34	180.5	60.50	14.40

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Ahora se tiene los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir para un tiempo de 28 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas.

Tabla N° 22: Rotura del de grupo experimental (5%) de nanosilice a la edad de 28 días.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	226.34	181.2	101.26	24.11
2	226.34	173.2	112.70	26.83
3	226.34	175.3	110.38	26.28
4	226.34	179.8	113.52	27.03
5	226.34	175.5	110.69	26.35
6	226.34	181.2	100.38	23.90
7	226.34	177.9	117.54	27.99
8	226.34	180.5	102.27	24.35

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Calculo de los indicadores estadísticos para esta proporción se tiene los siguientes resultados.

Tabla N° 23: Estadísticos Descriptivos para 5% a 7 Dias

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Maximo valor
Nanosilice	08	226.34	00.00	226.34	226.34
Resistencia a Compresión	08	68.50	4.59	68.13	75.14

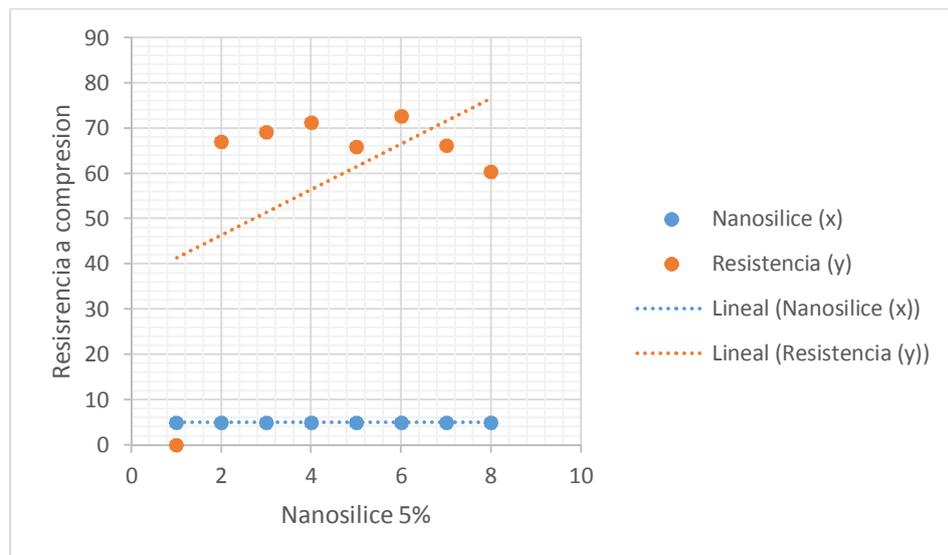
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 24: Estadísticos Descriptivos para 5% a 28 Dias

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valor Maximo
Nanosilice	08	226.34	00.00	226.34	226.34
Resistencia a Compresión	08	108.59	6.44	110.53	117.54

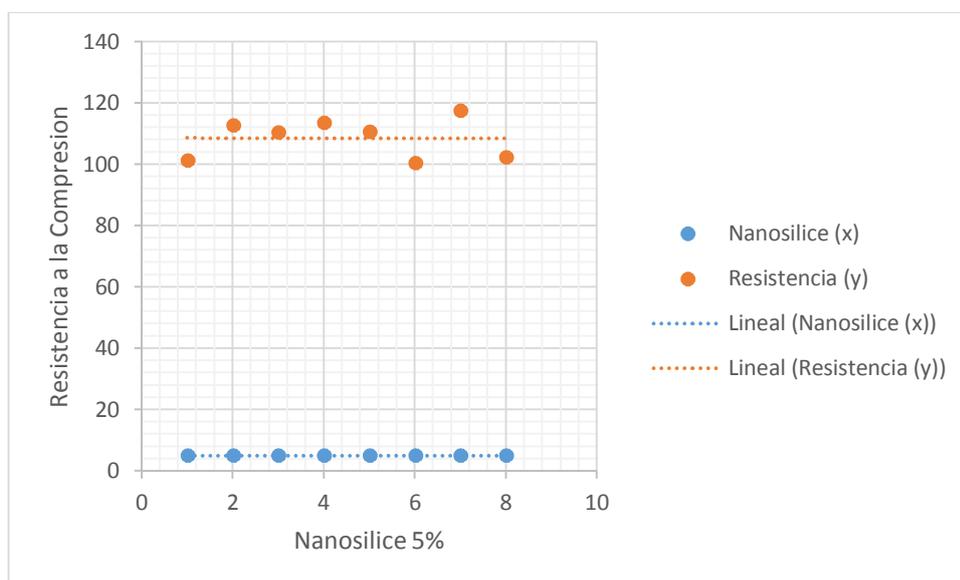
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 06: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 5% nanosilice a los 7 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 07: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 5% nanosilice a los 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Para el objetivo N°3 se ha determinado como influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 7% (mezcla patrón) como sustitución del cemento portland extrafuerte. La exposición de los componentes del diseño de la mezcla de concreto simple con calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 25: Resultados de la mezcla N° 03 (experimental al 7%)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	33,678.43 gr.	Cemento	33,678.43 gr.
Agua de diseño	11,520.00 ml.	Agua efectiva	9,706.70 ml.
Agregado fino	30,186.67 gr.	Agregado fino	32,000.00 gr.
Agregado grueso	46,400.00 gr.	Agregado grueso	46,613.30 gr.
Nanosilice	2,534.90 gr.	Nanosilice	2,534.90 gr.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir en un tiempo de 7 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas

Tabla N° 26: Rotura del de grupo experimental (7%) de nanosilice a la edad de 7 días.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	316.86	170.4	61.11	14.55
2	316.86	190.9	52.02	12.39
3	316.86	178.6	65.90	15.69
4	316.86	179.8	59.79	14.24
5	316.86	186.5	54.31	12.93
6	316.86	177.4	59.41	14.14
7	316.86	181.2	60.09	14.31
8	316.86	180.5	65.48	15.59

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Ahora se tiene los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir para un tiempo de 28 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas.

Tabla N° 27: Rotura del de grupo experimental (7%) de nanosilice a la edad de 28 días.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	316.86	170.4	101.64	24.20
2	316.86	180.3	90.03	21.44
3	316.86	178.6	92.61	22.05
4	316.86	177.9	94.38	22.47
5	316.86	186.5	86.22	20.53
6	316.86	179.1	85.49	20.36
7	316.86	179.8	90.61	21.57
8	316.86	178.5	91.49	21.78

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Calculo de los indicadores estadísticos para esta proporción se tiene los siguientes resultados.

Tabla N° 28: Estadísticos Descriptivos para 7% a 7 Días de curado.

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valor Maximo
Nanosilice	08	316.86	00.00	316.86	316.86
Resistencia a Compresión	08	59.76	4.81	52.02	65.90

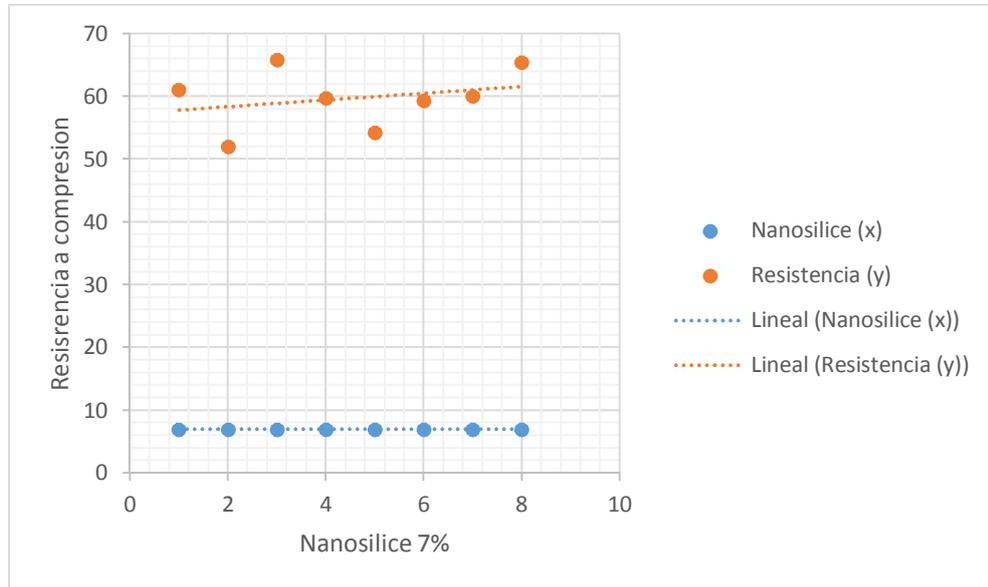
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 29: Estadísticos Descriptivos para 7% a 28 Dias de curado.

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valor Maximo
Nanosilice	08	316.86	00.00	316.86	316.86
Resistencia a Compresión	08	91.96	5.06	87.17	101.64

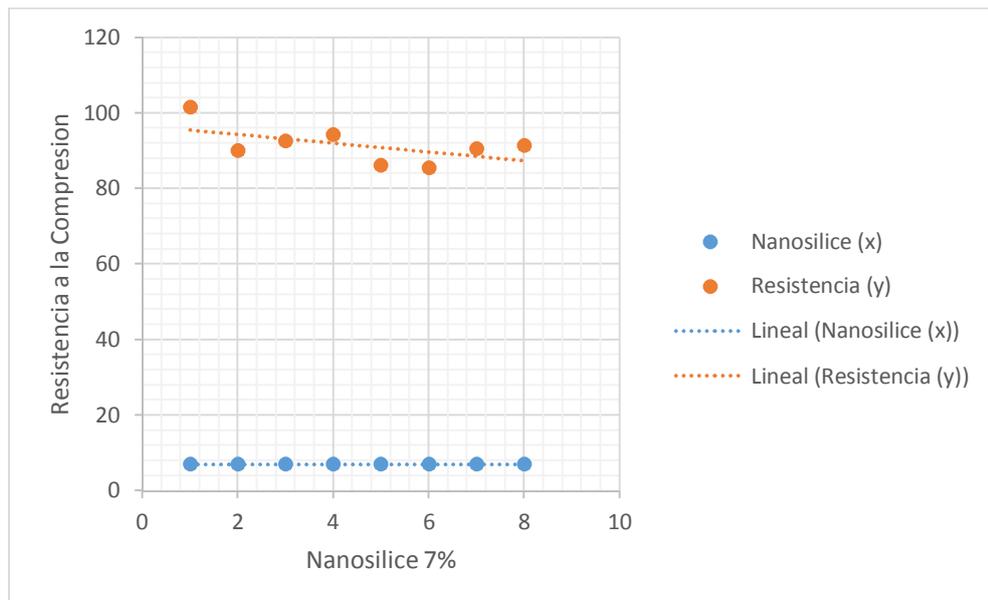
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 08: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 7% nanosilice a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 09: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 7% nanosilice a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

- Para el objetivo N° 4 se ha determinado como influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 9% (mezcla patrón) como sustitución del cemento portland extrafuerte. La exposición de los componentes del diseño de la mezcla de concreto simple con calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 30: Resultados de la mezcla N° 04 (experimental al 9%)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	32,954.13 gr.	Cemento	32,954.13 gr.
Agua de diseño	11,520.00 ml.	Agua efectiva	9,706.70 ml.
Agregado fino	30,186.67 gr.	Agregado fino	32,000.00 gr.
Agregado grueso	46,400.00 gr.	Agregado grueso	46,613.30 gr.
Nanosilice	3,259.20 gr.	Nanosilice	3,259.20 gr.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir en un tiempo de 7 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas

Tabla N° 31: Rotura del de grupo experimental (9%) de nanosilice a la edad de 7 días de curado.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	407.40	179.8	65.96	15.65
2	407.40	178.6	61.08	14.54
3	407.40	176.0	64.32	15.31
4	407.40	182.2	62.96	14.99
5	407.40	171.6	59.98	14.28
6	407.40	174.8	56.51	13.45
7	407.40	178.6	58.07	13.83
8	407.40	186.5	50.35	11.99

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Ahora se tiene los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir para un tiempo de 28 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 8 probetas

Tabla N° 32: Rotura del de grupo experimental (9%) de nanosilice a la edad de 28 días de curado.

MUESTRA	NANO SILICE(APROX)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	407.40	177.4	73.72	17.55
2	407.40	179.1	72.43	17.24
3	407.40	170.4	83.56	19.90
4	407.40	183.9	79.47	18.92
5	407.40	179.8	86.04	20.49
6	407.40	180.3	75.83	18.06
7	407.40	181.2	68.76	16.37
8	407.40	176.7	74.87	17.83

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Calculo de los indicadores estadísticos para esta proporción se tiene los siguientes resultados.

Tabla N° 33: Estadísticos Descriptivos para 9% a 7 Días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valor Máximos
Nanosilice	08	407.40	00.00	407.40	407.40
Resistencia a Compresión	08	59.90	4.97	60.53	65.96

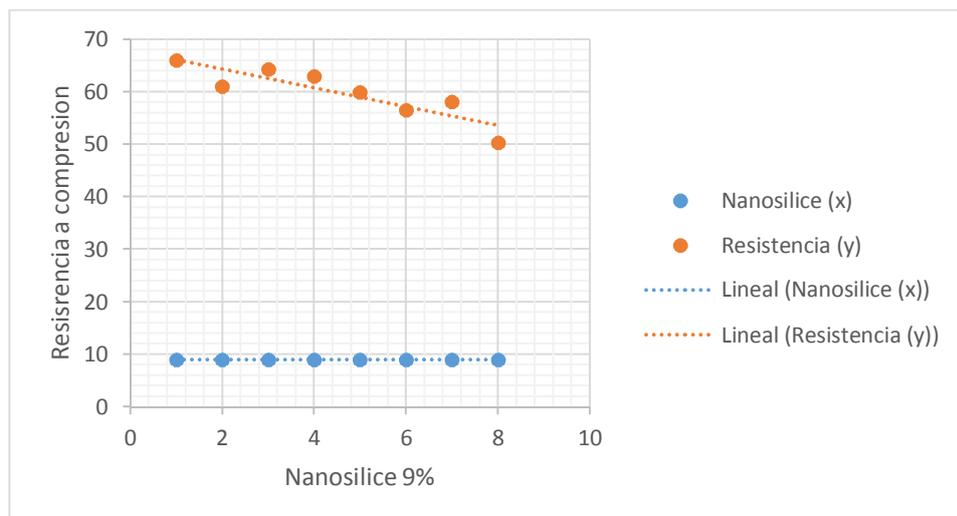
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 34: Estadísticos Descriptivos para 9% a 28 Días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valores Máximos
Nanosilice	08	407.40	00.00	407.40	407.40
Resistencia a Compresión	08	76.84	5.81	75.35	86.04

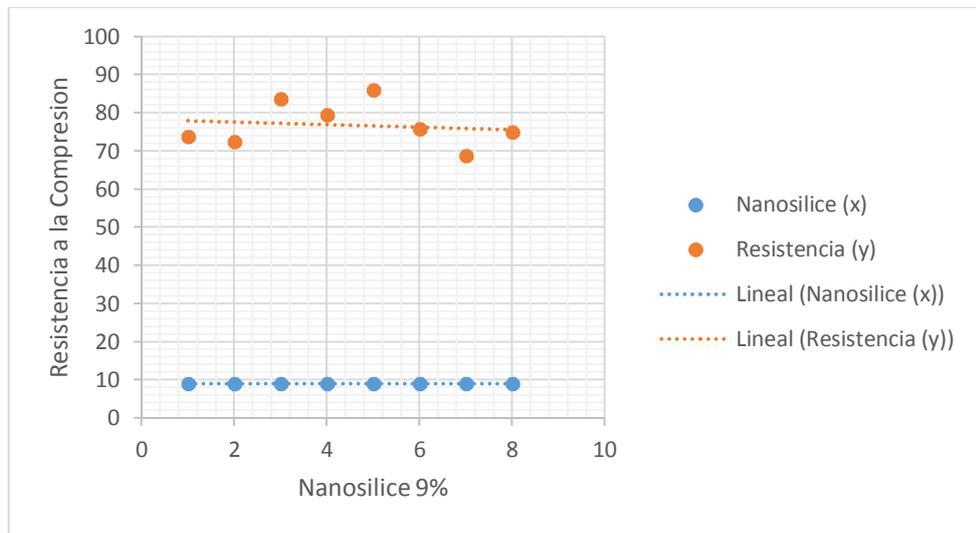
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 10: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 9% nanosilice a los 7 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 11: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 9% nanosilice a los 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

✚ Para la muestra patrón se ha realizado un análisis de 3 probetas para la rotura a 7 días y 3 probetas para la rotura a 28 días, con los componentes del diseño de la mezcla de concreto simple con calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 35: Resultados de la mezcla N° 05 (experimental al 0%)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	13,580.00 gr.	Cemento	36,213.33 gr.
Agua de diseño	4,320.00 ml.	Agua efectiva	3,640.00 ml.
Agregado fino	11,320.00 gr.	Agregado fino	12,000.00 gr.
Agregado grueso	17,400.00 gr.	Agregado grueso	17,480.00 gr.
Nanosilice	0.00 gr.	Nanosilice	0.00 gr.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

En los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir en un tiempo de 7 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 3 probetas

Tabla N° 36: Rotura del grupo experimental (0%) de nanosilice (patrón) a la edad de 7 días de curado.

MUESTRA	NANO SILICE	DIAS	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	00.00	7	170.4	294.94	70.22
2	00.00	7	176.2	282.45	67.25
3	00.00	7	178.6	294.90	70.21

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Ahora se tiene los ensayos para la resistencia a compresión a cumplir para un tiempo de 28 días de preparadas las mezclas para el diseño del concreto simple $f'c=420\text{kg/cm}^2$ y de acuerdo a esta norma técnica peruana 339.034. Para el proyecto de investigación el tamaño de la muestra es de 3 probetas

Tabla N° 37: Rotura del de grupo experimental (0%) de nanosilice a la edad de 28 días de curado.

MUESTRA	NANO SILICE	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA
1	00.00	180.3	425.09	101.21
2	00.00	176.7	432.00	102.86
3	00.00	177.2	428.76	102.09

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Calculo de los indicadores estadísticos para esta proporción se tiene los siguientes resultados.

Tabla N° 38: Estadísticos Descriptivos para 0% a 7 días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valor Maximo
Nanosilice	08	00.00	00.00	00.00	0.00
Resistencia a Compresión	08	290.76	7.20	294.90	294.94

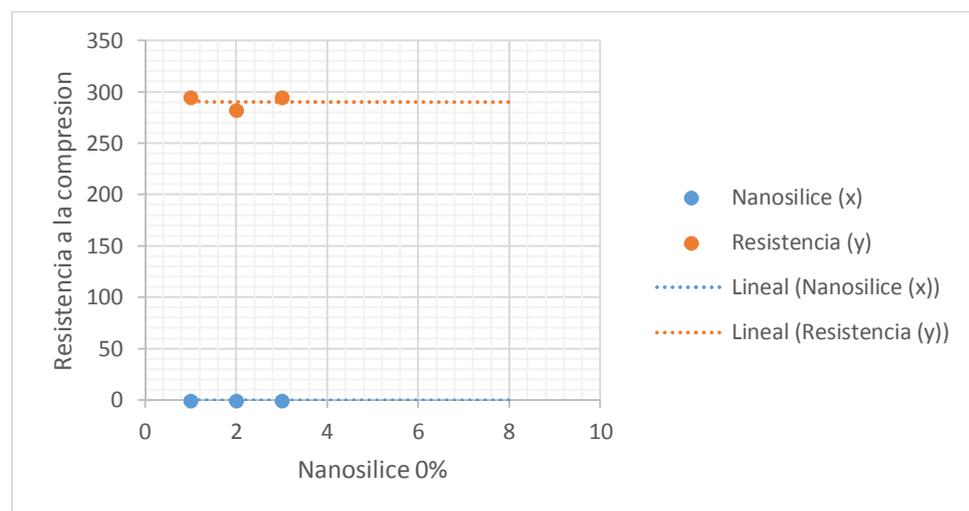
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 39: Estadísticos Descriptivos para 0% a 28 Días

Ítem	N° Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Parámetro Mediana	Valores Maximo
Nanosilice	08	00.00	00.00	00.00	0.00
Resistencia a Compresión	08	428.62	3.46	428.62	432.00

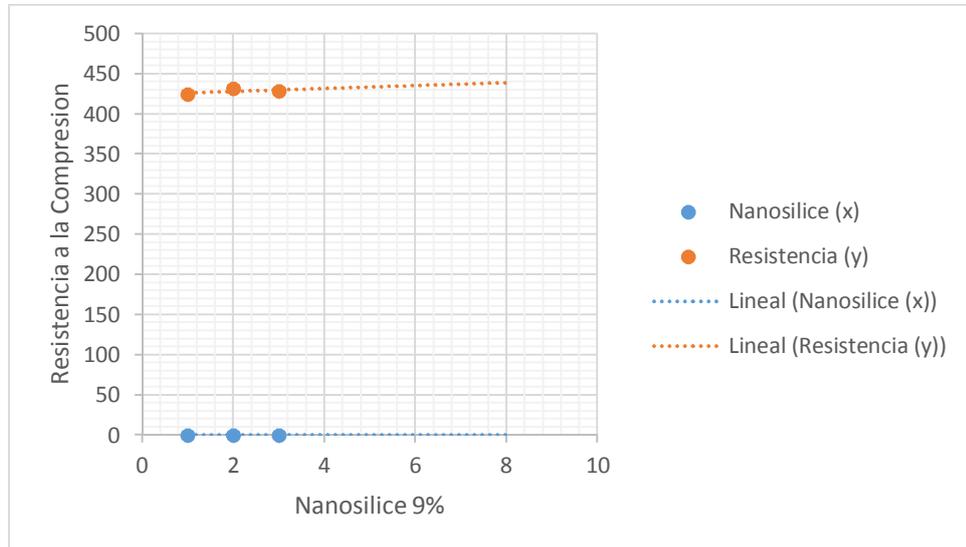
Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 12: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 0% nanosilice a los 7 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 13: Cuadro de regresión para la resistencia a compresión versus 0% nanosilice a los 28 días de curado.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

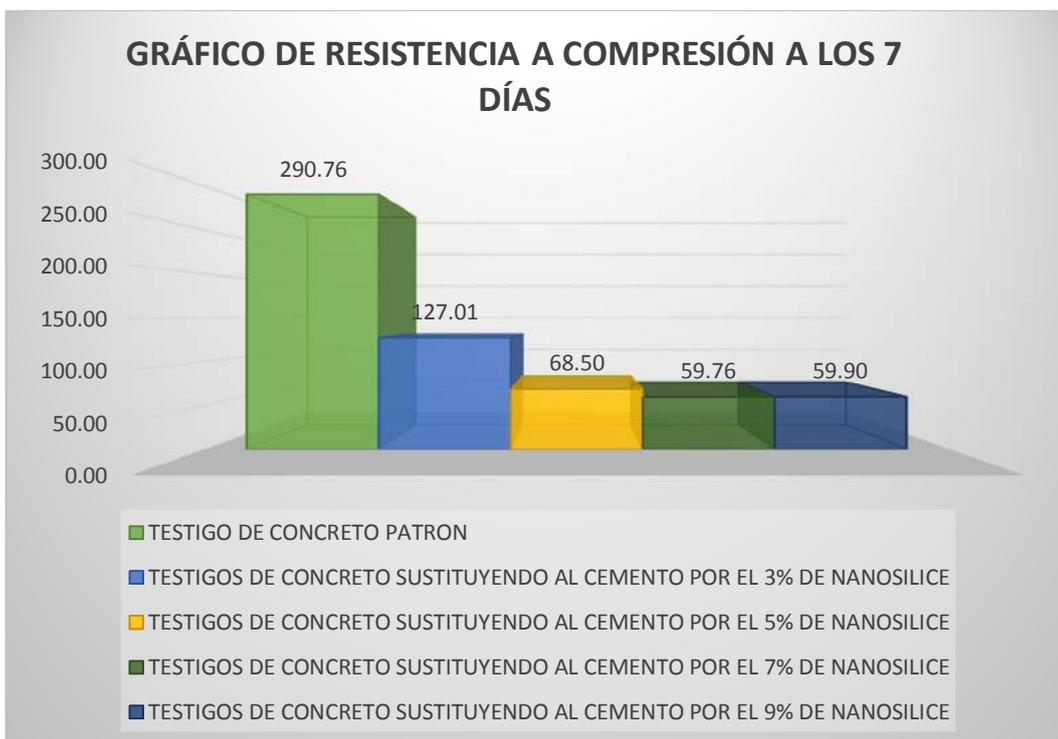
Se ha realizado un análisis de los resultados obtenidos en promedio, con respecto al tratamiento aplicado al concreto de la muestra inalterada a los 7 y 28 días de curado; obteniendo lo siguiente:

Tabla N° 40: Resultados generales de roturas de testigos de concreto a 7 días

	CARGA APLICADA	DIAS	AREA(cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	% DE RESISTENCIA	PROMEDIO
TESTIGO DE CONCRETO PATRON	50260	7	170.4	294.94	70.22	290.76
	49780	7	176.2	282.45	67.25	
	52670	7	178.6	294.9	70.21	
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 3% DE NANOSILICE	17720	7	181	97.91	23.31	127.01
	23380	7	186.5	125.36	29.85	
	25330	7	176	143.91	34.27	
	18370	7	179.8	102.17	24.33	
	23860	7	176.2	135.38	32.23	
	24330	7	177.4	137.13	32.65	
	24030	7	181.2	132.6	31.57	
	24130	7	170.4	141.6	33.71	
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 5% DE NANOSILICE	13420	7	178.6	75.14	17.89	68.50
	12060	7	179.8	67.08	15.97	
	12490	7	180.5	69.19	16.47	
	12920	7	181.2	71.29	16.97	
	11610	7	176	65.96	15.71	
	13150	7	181	72.66	17.3	
	11770	7	177.9	66.16	15.75	
	10920	7	180.5	60.5	14.4	
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 7% DE NANOSILICE	10413	7	170.4	61.11	14.55	59.76
	9930	7	190.9	52.02	12.39	
	11770	7	178.6	65.9	15.69	
	10750	7	179.8	59.79	14.24	
	10130	7	186.5	54.31	12.93	
	10540	7	177.4	59.41	14.14	
	10890	7	181.2	60.09	14.31	
	11820	7	180.5	65.48	15.59	
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 9% DE NANOSILICE	11810	7	179.8	65.96	15.65	59.90
	10910	7	178.6	61.08	14.54	
	11320	7	176	64.32	15.31	
	11470	7	182.2	62.96	14.99	
	10290	7	171.6	59.98	14.28	
	9880	7	174.8	56.51	13.45	
	10371	7	178.6	58.07	13.83	
	9390	7	186.5	50.35	11.99	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 14: Gráfico de resistencia a compresión a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

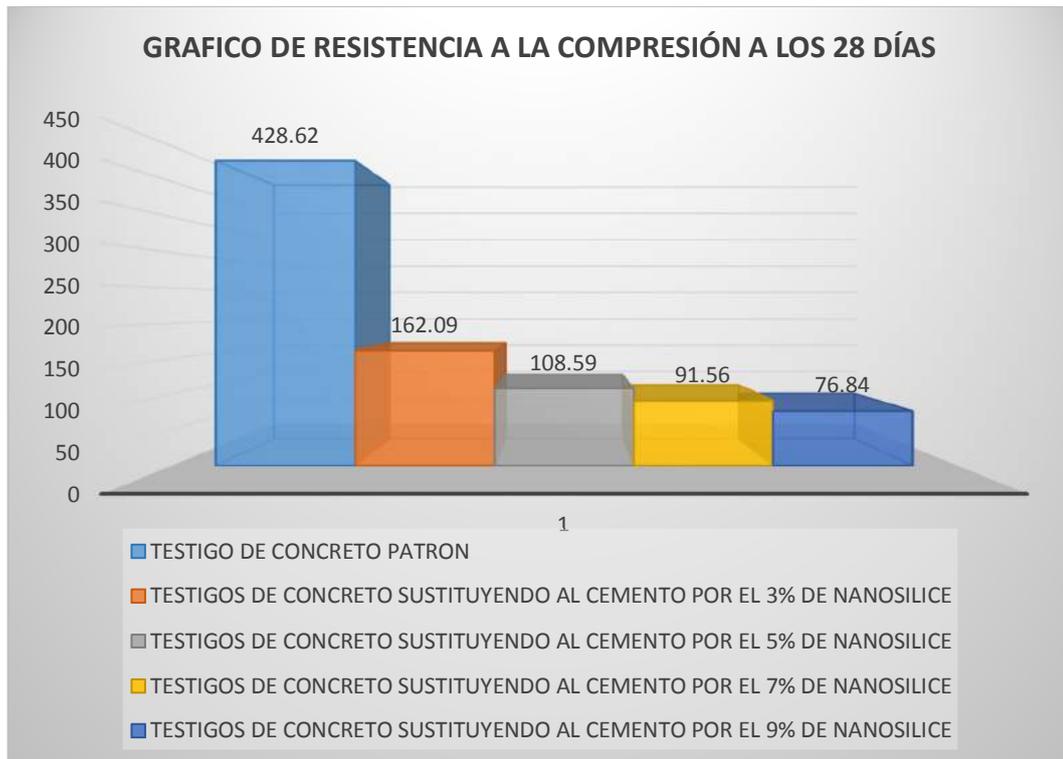
Análisis: De la tabla N°35 y figura N° 11 logramos deducir que al sustituir el cemento por las partículas de nanosilice en proporciones de 3%, 5%, 7% y 9% a 7 días de curado, obtenemos los siguientes resultados en promedio a las proporciones con respecto a lo obtenido por el patrón, siendo estos: $f'c = 127.01, 68.50, 59.76, 59.90 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, deduciendo que al sustituir el cemento por el material propuesto generamos un déficit en el comportamiento de los testigos de concreto con respecto a los porcentajes.

Tabla N° 41: Resultados generales de roturas de testigos de concreto a 28 días

	CARGA APLICADA	DIAS	AREA(cm2)	RESISTENCIA (kg/cm2)	% DE RESISTENCIA	PROMEDIO
TESTIGO DE CONCRETO PATRON	76630	28	180.3	425.09	101.21	428.62
	76340	28	176.7	432	102.86	
	75970	28	177.2	428.76	102.09	
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 3% DE NANOSILICE	27750	28	176.2	157.45	37.49	162.09
	27880	28	182.7	152.64	36.34	
	28220	28	181	155.93	37.13	
	32200	28	177.9	181.01	43.1	
	28020	28	177.7	157.72	37.55	
	28560	28	179.8	158.85	37.82	
	29740	28	176.2	168.74	40.18	
29170	28	177.4	164.41	39.15		
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 5% DE NANOSILICE	18350	28	181.2	101.26	24.11	108.59
	19520	28	173.2	112.7	26.83	
	19350	28	175.3	110.38	26.28	
	20410	28	179.8	113.52	27.03	
	19430	28	175.5	110.69	26.35	
	18190	28	181.2	100.38	23.9	
	20910	28	177.9	117.54	27.99	
18460	28	180.5	102.27	24.35		
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 7% DE NANOSILICE	17320	28	170.4	101.64	24.2	91.56
	16230	28	180.3	90.03	21.44	
	16540	28	178.6	92.61	22.05	
	16790	28	177.9	94.38	22.47	
	16080	28	186.5	86.22	20.53	
	15310	28	179.1	85.49	20.36	
	16290	28	179.8	90.61	21.57	
16330	28	178.5	91.49	21.78		
TESTIGOS DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR EL 9% DE NANOSILICE	13080	28	177.4	73.72	17.55	76.84
	12970	28	179.1	72.43	17.24	
	14240	28	170.4	83.56	19.9	
	14610	28	183.9	79.47	18.92	
	15470	28	179.8	86.04	20.49	
	13670	28	180.3	75.83	18.06	
	12460	28	181.2	68.76	16.37	
13230	28	176.7	74.87	17.83		

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Figura N° 15: Gráfico de resistencia a compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Análisis: De la tabla N°36 y figura N° 12 logramos deducir que al sustituir el cemento por las partículas de nanosilice en proporciones de 3%, 5%, 7% y 9% a 28 días de curado, obtenemos los siguientes resultados en promedio a las proporciones con respecto a lo obtenido por el patrón, siendo estos: $f'c = 162.09, 108.59, 91.56, 76.84 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, deduciendo que al sustituir el cemento por el material propuesto generamos un déficit en el comportamiento de los testigos de concreto con respecto a los porcentajes.

CAPITULO V: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN.

H.G. Al sustituir el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en el concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión, según los autores MOLINA Y CHARA (2017). “Influencia de la adición de nanosilice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa” (pag.15); donde ellos han utilizado nanosilice con porcentajes de 0.8%, 1.0 % y 1.2% para concretos de alta resistencia con calidad de 420 kg/cm^2 , para 0.8% se ha logrado alcanzar a los 7 días 546.01 kg/cm^2 y a 28 días se ha logrado alcanzar 670.98 kg/cm^2 . Para el porcentaje de 1.0% de nanosilice se ha logrado alcanzar a los 7 días 519.40 kg/cm^2 y a los 28 días 660.27 kg/cm^2 . Para el porcentaje del 1.2% de nanosilice se ha logrado alcanzar a los 7 días 482.18 kg/cm^2 y a los 28 días se ha logrado alcanzar 631.01 kg/cm^2 . Para lo cual en los ensayos efectuados en nuestra investigación obtuvimos que en las proporciones 3%, 5%, 7% y 9% de reemplazo al cemento por el nanosilice a la edad de los 7 días de curado se logró un $f'c = 127.01 \text{ kg/cm}^2$, 68.50 kg/cm^2 , 59.76 kg/cm^2 y 59.90 kg/cm^2 y a la edad de los 28 días de curado se obtuvo un $f'c = 162.09 \text{ kg/cm}^2$, 108.59 kg/cm^2 , 91.56 kg/cm^2 y 76.84 kg/cm^2 respectivamente; teniendo una disminución de la resistencia relacionado al concreto patrón por la alteración a la relación agua- cemento, debido a que el material utilizado (nanosilice) alteró el volumen de agua a utilizar.

H.E.1. Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en un porcentaje del 3.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, Según ESCOBEDO (2014). “Incidencia

de la nanosilice en la resistencia mecánica del concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I” (pag.07), en su investigación mencionan que al adicionar partículas de nanosilice en proporciones de 0.5%, 1.5% y 3.0% en base al concreto patrón de $f'c = 600 \text{ kg/cm}^2$ diseñado con un aditivo superplastificante (SIKAMENT 290 N), en una dosis del 1% en peso del cemento, los resultados obtenidos fueron que a la edad de 7 días el concreto con adición de 1.5% de nanosilice alcanzó la resistencia máxima de $f'c = 619.97 \text{ kg/cm}^2$ y a los 28 días un $f'c = 785.30 \text{ kg/cm}^2$ siendo el incremento al concreto patrón de un 15%. En nuestra investigación sustituyendo al cemento por el 3% de nanosilice se ha logrado alcanzar a los 7 días 143.91 kg/cm^2 y a los 28 días de curado se ha alcanzado 181.01 kg/cm^2 , como se puede observar que los porcentajes óptimos de la aplicación de nanosilice en la mezcla de concreto está por debajo del 1% de nanosilice.

H.E.2. Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por nano partículas en los porcentajes del 5.0%, 7.0% y 9% nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, según los autores Chuzón y Ramírez (2020), “Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando nanosilice para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2020”, en su investigación adicionaron nanosilice al concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en proporciones de 1%, 3% y 5% a edades de 7, 14 y 28 días de curado, donde concluyeron que al adicionar el 1% de nanosilice al concreto a edad de 28 días de curado logró sobrepasar su resistencia en porcentajes mínimos con respecto al concreto patrón a 213.9 kg/cm^2 . En nuestros ensayos realizados sustituimos al cemento en 5%, 7% y 9% de partículas de nanosilice a edad de los 28 días de curado, donde observamos el incumplimiento de los estándares establecidos en relación de la resistencia a compresión de los testigos del concreto patrón $f'c = 428.62 \text{ kg/cm}^2$.

5.2. CONCLUSIONES.

En la determinación de la influencia de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia en comparación con el concreto con una calidad de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$ podemos deducir que el comportamiento de las partículas al sustituir al cemento genera un decaimiento significativo proporcional al incremento del porcentaje de material a utilizar (3%, 5%, 7% y 9% del cemento).

Para la evaluación de la influencia de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto con proporción del 3% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $f'c=420 \text{ Kg/cm}^2$, podemos afirmar con respecto a los resultados promedios obtenidos que a la edad de los 7 días de curado se logró un $f'c = 127.01 \text{ kg/cm}^2$ teniendo un decaimiento de 56.32% de la resistencia relacionado al concreto patrón y a la edad de los 28 días de curado se obtuvo un $f'c = 162.09 \text{ kg/cm}^2$ teniendo una disminución de 62.18 % de la resistencia relacionado al concreto patrón.

Para la determinación de la influencia en la aplicación de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvieron resultados promedios a la edad de 7 días de curado se logró un $f'c = 68.50 \text{ kg/cm}^2$ obteniendo un decrecimiento de 76.44 % de la resistencia relacionado al concreto patrón y a la edad de los 28 días de curado se obtuvo un $f'c = 108.59 \text{ kg/cm}^2$ con una disminución de 74.67% de la resistencia relacionado al concreto patrón.

En el análisis de la influencia en las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 7% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvieron resultados promedios a la edad de 7 días de curado se logró un $f'c = 59.76 \text{ kg/cm}^2$ obteniendo un decaimiento de 79.45 % de la resistencia relacionado al concreto patrón y a la edad de los 28 días de curado se obtuvo un $f'c = 91.56 \text{ kg/cm}^2$ donde disminuyó un 78.64% de la resistencia relacionado al concreto patrón.

En la determinación de la influencia en la aplicación de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 9% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvieron resultados promedios a la edad de 7 días de curado se logró un $f'c = 59.90 \text{ kg/cm}^2$ disminuyendo en un 79.40 % de la resistencia relacionado al concreto patrón y a la edad de los 28 días de curado, se obtuvo un $f'c = 76.84 \text{ kg/cm}^2$ indicando un declive a 82.07% de la resistencia relacionado al concreto patrón.

5.3. RECOMENDACIONES.

Para la aplicación del porcentaje necesario de las partículas de nanosilice se requiere hacer una evaluación de las características finales del concreto ya sea funcionabilidad estructural a cumplir, dado que una incorporación igual o mayor al 3% presenta un declive de 56.32% a los 7 días de curado y 62.18% a los 28 días relacionado al promedio de la resistencia del concreto patrón $f'c = 290.76 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 428.62 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

Para mejorar la resistencia a compresión en el concreto se recomienda adicionar las partículas de nanosilice en porcentajes iguales o menores al 1% como aditivo al concreto, debido a que no altera la relación agua – cemento.

Tener en cuenta el cumplimiento de la plasticidad o trabajabilidad del concreto a diseñar cumpliendo la capacidad estructural con respecto a la relación agua – cemento siendo evidente por el incumplimiento de esta, con la sustitución del 3%, 5%, 7% y 9% de las partículas de nanosilice debido a que estos porcentajes requirieron un incremento de agua proporcional al porcentaje aplicado.

REFERENCIAS:

ACEVEDO, Ana. POSADA, Juan. Polyethylene terephthalate as a partial replacement for the fine aggregate in concrete mixez. *Revista Ingeniería Universidad de Medellín* [en línea]. 2019, Vol.18, (34). 45-56 [fecha de consulta 24 de junio 2020]. ISSN 2248-4094. Disponible en: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1711/2675>.

ANDRADE, Sergio. *Análisis teórico experimental de morteros de base cemento con adición de nanopartículas*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Madrid. 2017.

AQUINO, Pablo. DUEÑAS, Francisco. ET AL. Caracterización e incorporación de nanopartículas industriales de silicio en cemento portland de tipo I [en línea]. *Revista Soc Quiin Perú*. 2016, Vol.84, (3). 279-290 [fecha de consulta 10 de julio 2020]. ISSN 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2018000300002.

ASTM C150/C50M-19a. (2000). *Especificación estándar para cemento Portland*. Obtenido de <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?C150C150M-19a>

ÁVALOS, Alicia. HAZA, Isabel. MORALES, Paloma. Nanotechnology in the food industry I: Applications [en línea]. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 2016, Vol.10, (2). 1-17 [fecha de consulta 01 de julio 2020]. ISSN 1988-2688. Disponible en:

<https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/53544/49078>

BARTRA, David. *Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm² Tarapoto, 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. Tarapoto. Perú. 2019.

Cementos Inka. (12 de Noviembre de 2018). *Cementos Inka*. Obtenido de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/cuanto-tarda-en-fraguar-el-cemento-en-la-construccion/>

CHILENO, Marlon. *Relación del aditivo nanosilíce en la resistencia del concreto en la urbanización de Chorrillos – Ciudad de Huancayo 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de los Andes. Huancayo. Perú. 2017

CUNHA, Thyala. *Estudo da adicao de polímero superabsorbente e de nanopartículas de sílica para malhorar as propiedades de concretos de alta resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad de Brasilia. Marco. Brasil.2016.

ESCOBEDO, (2014). Incidencia del Nanosilíce en la resistencia mecánica de un concreto de alta resistencia con cemento portland tipo I. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.

GIRALDO LÓPEZ , L. E., & Ramos Zúñiga , Y. A. (2015). Diseño de Mezcla y Caracterización Físico – Mecánica de un Concreto de Alta Resistencia Elaborado con Cemento. *Diseño de Mezcla y Caracterización Físico – Mecánica de un Concreto de Alta Resistencia Elaborado con Cemento*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11522/8291>

HARMSSEN, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. *Fondo Editorial PUCP*. Lima.

MÁRQUEZ, EDWIN. *Nanopartículas de sílice y su relación con el concreto*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. 2018.

MOLINA Y CHARA (2017). Influencia de la adición de Nanosilice en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.

RAMÍREZ, Jhonatan. *Concreto liviano de alta resistencia empleando nanosílice y puzolana natural en el Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal. Lima. Perú. 2018.

Rivva Lopez (1992)-. Diseño de Mezclas de Concreto. Editorial HOZLO SCRL.Lima.

TSOTSIS, Georgios. *Aplicaciones de la nanotecnología en los materiales de la construcción*. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. España. 2018.

VILLANUEVA (2015) en su proyecto de investigación denominado "Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f'c= 800$ kg/cm², usando agregados de la cantera Chiche – Cajamarca, Aditivos y Adición Mineral. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Problema del General:	Objetivo General:	Hipótesis general:	Técnicas:
¿Cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto en comparación con el concreto convencional?	Determinar la influencia de las partículas de nanosilice en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia en comparación con el concreto con una calidad de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$.	Al sustituir el cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en el concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, este influirá significativamente en elevar el valor de su resistencia a la compresión.	* Observación * Experimentación
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Intrumentos:
¿Cómo influye el empleo de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 3% como reemplazo parcial del cemento tipo portland I comparado con el concreto con una calidad de $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?	Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 3% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$.	Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en un porcentaje del 3.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.	* Ficha Técnica
¿Cómo influye la aplicación de partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?	Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 5% como sustitución del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$.	Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por nano partículas en un porcentaje del 5.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.	* Equipo de Medición
¿Cómo la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con una proporción del 7% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?	Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 7% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$.	Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por nanoparticulas en un porcentaje del 7.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.	* Aparatos Físicos
¿Cómo la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con una proporción del 9% como reemplazo del cemento tipo portland I comparado con el concreto de calidad $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$?	Determinar cómo influye la aplicación de las partículas de nanosilice en la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con proporción del 9% como reemplazo del cemento portland tipo I comparado con el concreto de calidad de $F'c=420 \text{ Kg/cm}^2$.	Mediante la sustitución del cemento portland tipo I por partículas de nanosilice en un porcentaje del 9.0%, nos permitirá elevar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.	
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES Y DIMENSIONES	
El diseño de investigación es cuantitativo - experimental		VARIABLES	DIMENSIONES
GE(1): X1(3%)O1(d7)	GE(1): X1(3%)O1(d28)	Porcentaje de Partículas de Nanosilice	Propiedades físicas
GE(2): X1(5%)O2(d7)	GE(2): X1(5%)O2(d28)		Propiedades Mecánicas
GE(3): X1(7%)O3(d7)	GE(3): X1(7%)O3(d28)	Resistencia a compresión de alta resistencia $f'c=420\text{Kg/cm}^2$	Dosificación
GE(4): X1(9%)O4(d7)	GE(4): X1(9%)O4(d28)		
GC(1): O1(d7)	GC(1): O1(d28)		
La población estará constituido por a misma cantidad de la muestra de estudio, es decir por 64 probetas cilíndricas de concreto con la aplicación de las partículas de nanosilice y 6 unidades de probetas de concreto de calidad $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ sin adición de partículas de nanosilice.			
		* Ensayos de Resistencia a compresión	

ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Imagen N° 16: Hoja de recolección de datos del agregado - fino

PROYECTO :		_____					
UBICACIÓN :		_____					
FECHA MUESTREO :		FECHA ENSAYO :		_____			
CANTERA :		TEC:		_____			
MATERIAL :		MUESTRA :		_____			
AGREGADOS GRUESO							
TAMIZ	AA SHTO T-27 (mm)	PE SO RETENIDO	Peso inicial Humedo :			g	
			Peso inicial seco :			g	
10"	254.000		Fracción Lavado :			g	
8"	200.000		PESO UNITARIO SUELTO				
7"	203.200		Numero de Ensayos	1	2	3	Promedio
6"	152.400		Peso Suelo + Molde				
5"	127.000		Peso de Molde				
4"	101.600		Peso del Suelo Seco				
3"	76.200		Volumen del Molde				
2 1/2"	63.500		Peso Unitario Kg/m ³				
2"	50.800		PESO UNITARIO COMPACTADO				
1 1/2"	38.100		Numero de Ensayos	1	2	3	Promedio
1"	25.400		Peso Suelo + Molde				
3/4"	19.000		Peso de Molde				
1/2"	12.500		Peso del Suelo Seco				
3/8"	9.500		Volumen del Molde				
1/4"	6.350		Peso Unitario Kg/m ³				
Nº 4	4.750		GRAVEDAD E SPECIFICA Y ABSORCION				
Nº 8	2.360		(1)Peso Material Superficialmente Seco (gr)				
Nº 15	0.190		(2)Peso de la Muestra Sat. en Ag. +canastilla (gr)				
Nº 30	0.600		(3)Peso de Canastilla (gr)				
Nº 50	0.300		(4)Peso de la Material Seco en Horno (gr)				
Nº 100	0.150		(5)Volumen de masa = 2 - 3 (cm ³)				
< Nº 200	Fondo						
TOTAL							
			Peso Especifico de Masa = 4 / (1 - 5)				
			Peso Especifico de Masa Superficia. Sec=1/(1 - 5)				
			Peso Especifico A parente = 4 / (4 - 5)				
			% Absorción = ((1 - 4) / 4) * 100				

Imagen N° 17: Hoja de recolección de datos del agregado - grueso

PROYECTO	:						
UBICACIÓN	:						
FECHA MUESTREO	:			FECHA ENSAYO	:		
CANTERA	:			TEC.	:		
MATERIAL	:			MUESTRA	:		
AGREGADOS FINOS							
TAMIZ	ASTM T-27 (mm)	PE 80 RETENIDO	Peso inicial Húmedo	:			g
			Peso inicial seco	:			g
10"	254.000		Fracción Lavado	:			g
8"	228.600		PESO UNITARIO SUELTO				
7"	203.200		Numero de Ensayos		1	2	3
6"	152.400		Peso Suelo + Molde				
5"	127.000		Peso de Molde				
4"	101.600		Peso del Suelo Seco				
3"	76.200		Volumen del Molde				
2 1/2"	63.500		Peso Unitario Kg/m ³				
2"	50.800		PESO UNITARIO COMPACTADO				
1 1/2"	38.100		Numero de Ensayos		1	2	3
1"	25.400		Peso Suelo + Molde				
3/4"	19.000		Peso de Molde				
1/2"	12.500		Peso del Suelo Seco				
3/8"	9.500		Volumen del Molde				
1/4"	6.350		Peso Unitario Kg/m ³				
Nº 4	4.750		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION				
Nº 8	2.380		(1) Peso Material Saturado Superficialmente (gr)				
Nº 16	0.190		(2) Peso del Balón (gr)				
Nº 30	0.600		(3) Peso del Balón + Agua + (1) (gr)				
Nº 50	0.300		(4) Peso del Agua en el frasco = 1 - 2 - 3 (gr)				
Nº 100	0.150		(5) Volumen del Balón (cm ³)				
< Nº 200	Fondo		(6) Peso del Material Seco al Horno (gr)				
TOTAL			Peso Especifico de Masa = 6 / (5 - 4)				
			Peso Especifico Masa Superf. Seco = 1 / (5 - 4)				
			Peso Especifico Aparente = 6 / ((5 - 4) - (1 - 6))				
			% Absorción = ((1 - 6)/6)*100				

Imagen N° 18: Fichas de laboratorio



ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, NTP 400.012)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"

TEC : W.V.Y

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA DE TMN= 3/4" DEL RIO HUALLAGA

FECHA : 05/04/2021

DATOS DE LA MUESTRA

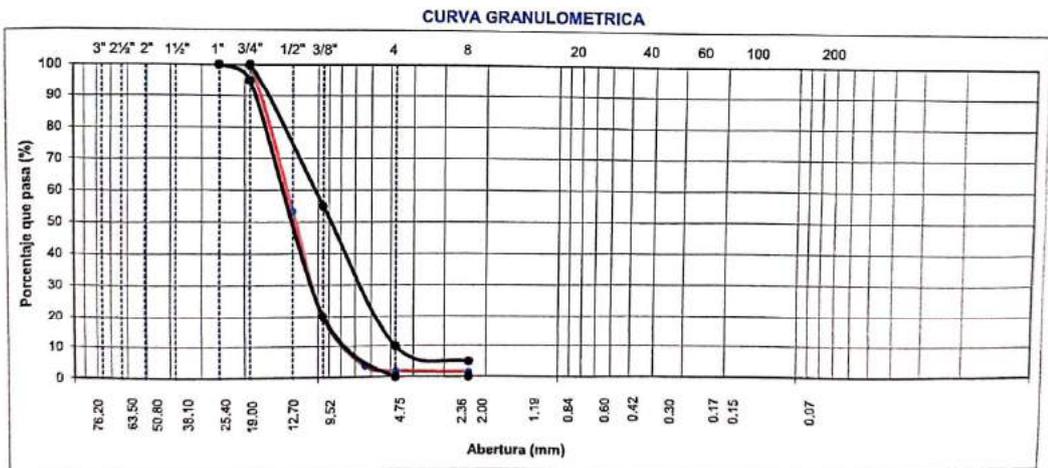
MUESTRA : M-1

TAMAÑO MÁXIMO : < 3/4"

Peso Inicial húmedo : 7788 g

Peso inicial seco : 7711 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION RELLENO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Piedra : 7624.60 gr
2 1/2"	63.500						Peso arena : 163.40 gr
2"	50.800						Peso Inicial : 7788.00
1 1/2"	38.100						% De Piedra : 97.90%
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.00	100 100	% De arena : 2.10%
3/4"	19.000	58.6	0.8	0.8	99.25	95 100	
1/2"	12.700	3569.0	45.83	46.58	53.42		
3/8"	9.500	2666.0	34.23	80.81	19.19	20 55	
1/4"	6.350	1212.0	15.56	96.37	3.63		
N° 4	4.750	119.0	1.53	97.90	2.10	0 10	% Humedad : 1.00%
N° 8	2.380	35.0	0.45	98.35	1.65	0 5	
< N° 200	FONDO	51.4	0.66	99.01	0.99		



Archentti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"

FECHA : 05/04/2021

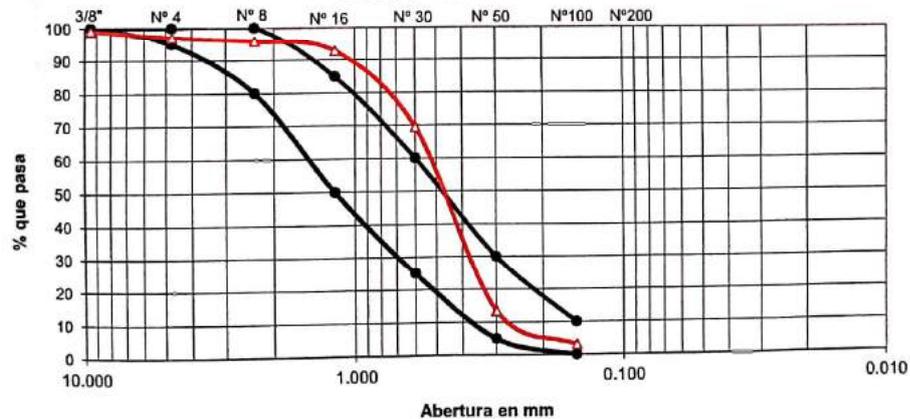
MATERIAL: ARENA DEL RIO CUMBAZA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-1
Peso Inicial humedo : 7946 g
Peso Inicial seco : 7497 g

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1/2"	12.250						CANTERA:
3/8"	9.500	9.2	0.9	0.9	99.1	100	TAMAÑO MAX. : 1/2
# 4	4.750	21.4	2.0	2.9	97.1	95 - 100	PESO TOTAL : 1050.0 gr
# 8	2.360	12.9	1.2	4.1	95.9	80 - 100	
# 16	1.190	31.7	3.0	7.2	92.8	50 - 85	
# 30	0.600	245.1	23.3	30.5	69.5	25 - 60	MODULO DE FINEZA : 2.28
# 50	0.300	588.3	56.0	86.5	13.5	5 - 30	
# 100	0.150	109.4	10.4	97.0	3.0	0 - 10	% HUMEDAD : 5.99%
< # 200	FONDO	32.0	3.0	100.0			
		1050.0					

CURVA GRANULOMETRICA




Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006


Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA :	"COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"
MATERIAL :	ARENA DEL RIO CUMBAZA
FECHA :	07/04/2021

**PESOS UNITARIOS DE AGREGADOS
NTP 400.017**

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	9359	9369	9377	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	
PESO DEL AGREGADO NETO	3044	3054	3062	
VOLUMEN DEL MOLDE	2124	2124	2124	
PESO UNITARIO SUELTO	1.433	1.438	1.442	1.438

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	9689	9687	9693	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	
PESO DEL AGREGADO NETO	3374	3372	3378	
VOLUMEN DEL MOLDE	2124	2125	2126	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.589	1.587	1.589	1.588

OBSERVACIONES:



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA :	"COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"
MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA
FECHA :	07/04/2021

**PESOS UNITARIOS DE AGREGADOS
NTP 400.017**

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	24759	24788	24771	
PESO DEL MOLDE	5420	5420	5420	
PESO DEL AGREGADO NETO	19339	19368	19351	
VOLUMEN DEL MOLDE	14157.42	14158.42	14159.42	
PESO UINITARIO SUELTO	1.366	1.368	1.367	1.367

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
PESO AGREGADO + MOLDE	25987	26033	26011	
PESO DEL MOLDE	5420	5420	5420	
PESO DEL AGREGADO NETO	20567	20613	20591	
VOLUMEN DEL MOLDE	14157.42	14158.42	14159.42	
PESO UINITARIO COMPACTADO	1.453	1.456	1.454	1.454

OBSERVACIONES:


 Archenti Zagarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP. N° 229006


Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
OBRA	: "COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"
MATERIAL	: ARENA DEL RIO CUMBAZA
FECHA ENSAYO	: 06/04/2021

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NTP 400.021 - NTP 400.022**

MALLA N°4 <					
	IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
W A V	Peso de la arena superficialmente seca	500.0	500.0	500.0	
	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	1865.0	1863.0	1868.0	
	Peso del balon	1001.8	996.8	1002.1	
	Peso del agua	363.2	366.2	365.9	
	Peso de la arena seca al horno	498.2	497.9	498.3	
	Volumen del balon	553.0	556.0	555.0	
	Peso especifico de masa A/(V-W)	2.625	2.623	2.635	2.63
	Peso especifico de masa superficialmente 500/(V-W)	2.634	2.634	2.644	2.64
	Peso especifico aparente A/((V-W)-(500-A))	2.650	2.653	2.659	2.65
	Porcentaje de absorcion (500-A)X100/A	0.361	0.422	0.341	0.37

OBSERVACIONES:



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS :	"COMPORTAMIENTO DEL NANOSILICE EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, TARAPOTO - 2021"
MATERIAL :	PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA
FECHA ENSAYO :	06/04/2021

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NTP 400.021**

MALLA N°4 >					
	IDENTIFICACION	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso de la muestra secada al horno	3257.20	3516.40	3410.60	
B	Peso de la muestra superficialmente seca	3265.60	3525.30	3419.50	
	Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	2928.60	3090.20	3025.70	
	Peso de la canastilla	892.30	892.30	892.30	
C	Peso de la muestra saturada en agua	2036.30	2197.90	2133.40	
	Peso específico de masas A/(B-C)	2.650	2.649	2.652	2.65
	Peso específico de masa superficialmente seco B/(B-C)	2.656	2.656	2.659	2.66
	Peso específico aparente A/(A-C)	2.668	2.667	2.670	2.67
	Porcentaje de absorcion (B-A)X100/A	0.258	0.253	0.261	0.26

OBSERVACIONES:



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Téc. Laboratorio



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 2H DEL ACI

Fecha de Diseño :	14/04/2021		
Realizado por :	W.V.Y		
Chequeado por :	Laboratorio de suelos, concreto y asfalto GRUPO 4D Ing S.A.C.		
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera :	PIEDRA CHIANGADA DEL HUALLAGA TMN=1/2" Y ARENA DEL RIO CUMBAZA		
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ($f'c$) =	420	kg / cm ²	
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera (σ) =	50	kg / cm ²	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ($f'cr$) =	512	kg / cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa :	2.63	Tamaño máximo nominal (Pulg.) :	1/2"
Absorción (%) :	0.37	Peso seco compactado (kg / m ³) :	1450.00
Contenido de Humedad (%) :	5.99	Peso específico de masa :	2.65
Módulo de finura :	2.28	Absorción (%) :	0.26
Peso unitario suelto :	1.44	Contenido de Humedad (%) :	0.50
Peso unitario compactado :	1.59	Peso unitario suelto :	1.36
CEMENTO		AGUA	
Tipo de Cemento Portland a usar :	ASTM Tipo 1 "sol"		
Peso Específico :	3.15		
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento :		Tipo de consistencia :	Plástica
		Asentamiento :	3" a 4"
Tipo de Concreto a diseñar :		Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de Agua :	216.00	lt / m ³	
Contenido de aire total :	2.50	%	
Relación Agua / Cemento :	0.318		
Factor cemento :		Factor Cemento =	679.00 Kg / m ³
		Factor Cemento =	16.0 Bolsas / m ³
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :	0.6	m ³
	Peso del Agregado Grueso :	870	Kg / m ³
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales		Cemento	0.216 m ³
		Agua	0.216 m ³
		Aire	0.025 m ³
		Agregado Grueso :	0.328 m ³
		Suma de Volúmenes :	0.785 m ³
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino	0.215	m ³
	Peso del Agregado Fino seco	566	Kg / m ³
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m³.		Cemento	679.00 Kg / m ³
		Agua de diseño :	216.00 lt / m ³
		Agregado Fino seco :	566.00 Kg / m ³
		Agregado Grueso seco :	870.00 Kg / m ³
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.		Cemento	42.50 Kg / saco
		Agua de diseño :	13.52 lt / saco
		Agregado Fino seco :	35.43 Kg / saco
		Agregado Grueso seco :	54.46 Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado		Cemento	1
		Agregado Fino seco	0.83
		Agregado grueso seco :	1.28
		Agua de Diseño :	13.5 lt / saco



Archenli Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

**ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.**

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

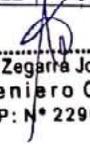
Fecha de Diseño :	14/04/2021
Realizado por :	W.V.Y
Chequeado por :	Laboratorio de suelos, concreto y asfalto GRUPO 4D ing S.A.C.
CANCERA : CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO PIEDRA CHANCADA DEL HUALLAGA TMN=1/2" Y ARENA DEL RIO CUMBAZA	
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino : 5.99 %
	Agregado Grueso : 0.50 %
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino : 600.00 Kg / m ³
	Agregado Grueso : 874.00 Kg / m ³
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino : 5.62 %
	Agregado Grueso : 0.24 %
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino : 32.00 lt / m ³
	Agregado Grueso : 2.00 lt / m ³
	Aporte Total : 34.00 lt / m ³
Agua Efectiva :	Agua Efectiva : 182.00 lt / m ³
Relación Agua / Cemento de Diseño :	0.32
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³ .	Cemento : 679.00 Kg / m ³
	Agua Efectiva : 182.00 lt / m ³
	Agregado Fino Húmedo : 600.00 Kg / m ³
	Agregado Grueso Húmedo : 874.00 Kg / m ³
Relación Agua / Cemento Efectiva :	0.27
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento : 42.5 Kg / saco
	Agua Efectiva : 11.4 lt / saco
	Agregado Fino Húmedo : 37.6 Kg / saco
	Agregado Grueso Húmedo : 54.7 Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento : 1
	Agregado Fino húmedo : 0.88
	Agregado grueso húmedo : 1.29
	Agua Efectiva : 11.4 lt / saco
Proporción en peso de los materiales recomendada	Cemento : 1.00
	Agregado Fino húmedo : 0.88
	Agregado grueso húmedo : 1.29
	Agua Efectiva : 11.39 lt / saco
Proporción en volumen pie ³	Cemento : 1
	Agregado Fino húmedo : 0.92
	Agregado grueso húmedo : 1.42
	Agua Efectiva : 0.402

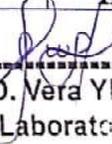
Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP: N° 229006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio

ANEXO 03: CONTROL DE ROTURAS A 7 DÍAS

 GRUPO 4D INGENIERIA S.A.C. <small>APORTANDO SOLUCIONES</small>		ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.							
CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO									
ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DÍAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm ² F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO PATRON	50260	14/04/2021	21/04/2021	7	170.4	294.94	420	70.22	70%
CONCRETO PATRON	49780	14/04/2021	21/04/2021	7	176.2	282.45	420	67.25	70%
CONCRETO PATRON	52670	14/04/2021	21/04/2021	7	178.6	294.90	420	70.21	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	17720	14/04/2021	21/04/2021	7	181	97.91	420	23.31	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	23380	14/04/2021	21/04/2021	7	186.5	125.36	420	29.85	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	25330	14/04/2021	21/04/2021	7	176	143.91	420	34.27	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	18370	14/04/2021	21/04/2021	7	179.8	102.17	420	24.33	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	23860	14/04/2021	21/04/2021	7	176.2	135.38	420	32.23	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	24330	14/04/2021	21/04/2021	7	177.4	137.13	420	32.65	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	24030	14/04/2021	21/04/2021	7	181.2	132.60	420	31.57	70%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	24130	14/04/2021	21/04/2021	7	170.4	141.60	420	33.71	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	13420	14/04/2021	21/04/2021	7	178.6	75.14	420	17.89	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	12060	14/04/2021	21/04/2021	7	179.8	67.08	420	15.97	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	12490	14/04/2021	21/04/2021	7	180.5	69.19	420	16.47	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	12920	14/04/2021	21/04/2021	7	181.2	71.29	420	16.97	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	11610	14/04/2021	21/04/2021	7	176	65.96	420	15.71	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	13150	14/04/2021	21/04/2021	7	181	72.66	420	17.30	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	11770	14/04/2021	21/04/2021	7	177.9	66.16	420	15.75	70%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	10920	14/04/2021	21/04/2021	7	180.5	60.50	420	14.40	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	10413	14/04/2021	21/04/2021	7	170.4	61.11	420	14.55	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	9930	14/04/2021	21/04/2021	7	190.9	52.02	420	12.39	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	11770	14/04/2021	21/04/2021	7	178.6	65.90	420	15.69	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	10750	14/04/2021	21/04/2021	7	179.8	59.79	420	14.24	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	10130	14/04/2021	21/04/2021	7	186.5	54.31	420	12.93	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	10540	14/04/2021	21/04/2021	7	177.4	59.41	420	14.14	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	10890	14/04/2021	21/04/2021	7	181.2	60.09	420	14.31	70%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	11820	14/04/2021	21/04/2021	7	180.5	65.48	420	15.59	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	11810	14/04/2021	21/04/2021	7	179.8	65.69	420	15.64	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	10910	14/04/2021	21/04/2021	7	178.6	61.08	420	14.54	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	11320	14/04/2021	21/04/2021	7	176	64.32	420	15.31	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	11470	14/04/2021	21/04/2021	7	182.2	62.96	420	14.99	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	10290	14/04/2021	21/04/2021	7	171.6	59.98	420	14.28	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	9880	14/04/2021	21/04/2021	7	174.8	56.51	420	13.45	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	10371	14/04/2021	21/04/2021	7	178.6	58.07	420	13.83	70%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	9390	14/04/2021	21/04/2021	7	186.5	50.35	420	11.99	70%


 Archenti Zegarra Joel Felipe
 Ingeniero Civil
 CIP: N° 229006

=====

 Walter D. Vera Ybáñez
 Tec. Laboratorio

ANEXO 04: CONTROL DE ROTURAS A 28 DÍAS



GRUPO 4D
INGENIERIA S.A.C.
APORTANDO SOLUCIONES

ÁREA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DÍAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm ² F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO PATRON	76630	14/04/2021	12/05/2021	28	180.3	425.09	420	101.21	100%
CONCRETO PATRON	76340	14/04/2021	12/05/2021	28	176.7	432.00	420	102.86	100%
CONCRETO PATRON	75970	14/04/2021	12/05/2021	28	177.2	428.76	420	102.09	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	27750	14/04/2021	12/05/2021	28	176.2	157.45	420	37.49	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	27880	14/04/2021	12/05/2021	28	182.7	152.64	420	36.34	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	28220	14/04/2021	12/05/2021	28	181	155.93	420	37.13	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	32200	14/04/2021	12/05/2021	28	177.9	181.01	420	43.10	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	28020	14/04/2021	12/05/2021	28	177.7	157.72	420	37.55	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	28560	14/04/2021	12/05/2021	28	179.8	158.85	420	37.82	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	29740	14/04/2021	12/05/2021	28	176.2	168.74	420	40.18	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	29170	14/04/2021	12/05/2021	28	177.4	164.41	420	39.15	100%
CONCRETO CON 3% DE NANO SILICE	29170	14/04/2021	12/05/2021	28	177.4	164.41	420	39.15	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	18350	14/04/2021	12/05/2021	28	181.2	101.26	420	24.11	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	19520	14/04/2021	12/05/2021	28	173.2	112.70	420	26.83	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	19350	14/04/2021	12/05/2021	28	175.3	110.38	420	26.28	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	20410	14/04/2021	12/05/2021	28	179.8	113.52	420	27.03	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	19430	14/04/2021	12/05/2021	28	175.5	110.69	420	26.35	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	18190	14/04/2021	12/05/2021	28	181.2	100.38	420	23.90	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	20910	14/04/2021	12/05/2021	28	177.9	117.54	420	27.99	100%
CONCRETO CON 5% DE NANO SILICE	18460	14/04/2021	12/05/2021	28	180.5	102.27	420	24.35	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	17320	14/04/2021	12/05/2021	28	170.4	101.64	420	24.20	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16230	14/04/2021	12/05/2021	28	180.3	90.03	420	21.44	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16540	14/04/2021	12/05/2021	28	178.6	92.61	420	22.05	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16790	14/04/2021	12/05/2021	28	177.9	94.38	420	22.47	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16080	14/04/2021	12/05/2021	28	186.5	86.22	420	20.53	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	15310	14/04/2021	12/05/2021	28	179.1	85.49	420	20.36	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16290	14/04/2021	12/05/2021	28	179.8	90.61	420	21.57	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	16330	14/04/2021	12/05/2021	28	178.5	91.49	420	21.78	100%
CONCRETO CON 7% DE NANO SILICE	13080	14/04/2021	12/05/2021	28	177.4	73.72	420	17.55	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	12970	14/04/2021	12/05/2021	28	179.1	72.43	420	17.24	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	14240	14/04/2021	12/05/2021	28	170.4	83.56	420	19.90	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	14610	14/04/2021	12/05/2021	28	183.9	79.47	420	18.92	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	15470	14/04/2021	12/05/2021	28	179.8	86.04	420	20.49	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	13670	14/04/2021	12/05/2021	28	180.3	75.83	420	18.06	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	12460	14/04/2021	12/05/2021	28	181.2	68.76	420	16.37	100%
CONCRETO CON 9% DE NANO SILICE	13230	14/04/2021	12/05/2021	28	176.7	74.87	420	17.83	100%



Archenti Zegarra Joel Felipe
Ingeniero Civil
CIP N° 228006

Walter D. Vera Ybáñez
Tec. Laboratorio

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO

Foto N° 19: Partículas de nanosilice



Foto N° 20: Extracción de material-Grava



Foto N° 21: Lavado de muestra de arena



Foto N° 22: Ensayo de peso específico y Absorción del agregado fino.



Foto N° 23: Granulometría de ensayo de agregado fino



Foto N° 24: Granulometría de ensayo de agregado grueso



Foto N° 25: Pesos Unitarios compactado, ensayo de agregado grueso.



Foto N° 26: Ensayo del peso específico de la grava



Foto N° 27: Ensayo de Humedad de los agregados.



Foto N° 28: Absorción de humedad del agregado grueso



Foto N° 29: Partículas de nanosilice listo para sustituir al cemento



Foto N° 30: Moldes de testigos de concreto



Foto N° 31: Ensayo de roturas de probetas de concreto a edad de 7 días



Foto N° 32: Ensayo de roturas de probetas de concreto a edad de 28 días

